

ANÁLISIS DEL DOMINIO CIENTÍFICO COLOMBIANO
una visión macro a partir de datos *SciVerse Scopus*[®], 2003-2010

TESIS DOCTORAL

Doctoranda
Martha Silvia Molina Molina

Director de tesis
Dr. Félix de Moya Anegón



Universidad de Granada

Facultad de Comunicación y Documentación
Departamento de Información y Comunicación
*Doctorado en Información Científica:
Tratamiento, Acceso y Evaluación*

Granada, 2013

Editor: Editorial de la Universidad de Granada
Autor: Martha Silvia Molina Molina
D.L.: GR 1850-2014
ISBN: 978-84-9083-033-8

ANÁLISIS DEL DOMINIO CIENTÍFICO COLOMBIANO
una visión macro a partir de datos *SciVerse Scopus*®, 2003-2010

memoria que presenta

Martha Silvia Molina Molina

para optar al grado de
Doctor por la Universidad de Granada

Dirigida por
Dr. Félix de Moya Anegón



Universidad de Granada

Facultad de Comunicación y Documentación
Departamento de Información y Comunicación
*Doctorado en Información Científica:
Tratamiento, Acceso y Evaluación*

Granada, 2013

*A mi red de colaboración
con sincero reconocimiento
y profundos sentimientos
de afecto y gratitud
... infinitos*

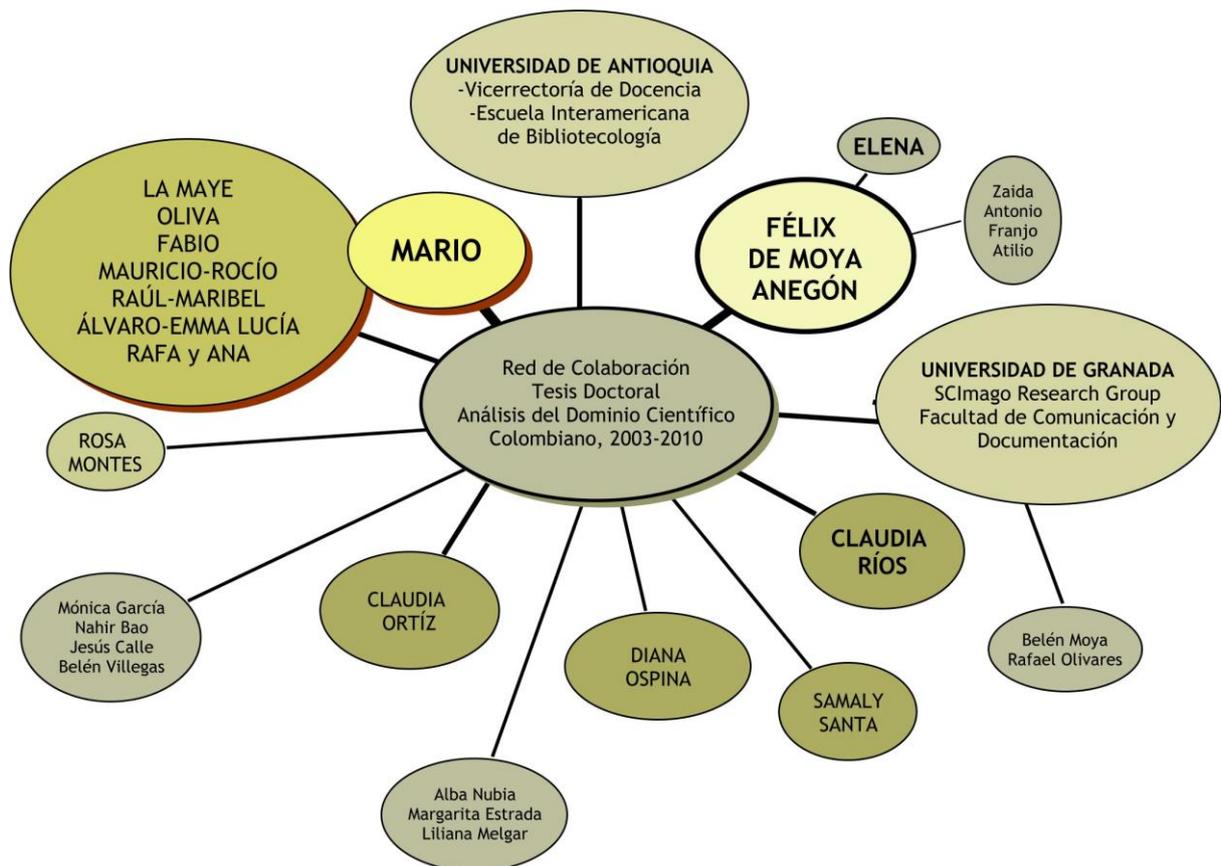


TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO	1
1.2.	LIMITACIONES DEL ESTUDIO	3
1.3.	JUSTIFICACIÓN.....	7
1.4.	OBJETIVOS.....	10
1.5.	ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO	10
2.	MARCO CONCEPTUAL Y DE REFERENCIA	12
2.1.	ENFOQUE GENERAL.....	12
2.2.	ENFOQUE ESPECÍFICO	28
2.3.	CONTEXTO SOCIO-ECONÓMICO DE COLOMBIA	34
2.4.	CONTEXTO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN COLOMBIA.....	41
2.4.1.	El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología SNCyT	41
2.4.2.	Políticas de ciencia, tecnología e innovación en Colombia	51
2.4.3.	Evaluación de los resultados de la actividad científica	59
2.4.4.	Los estudios métricos de la información científica en Colombia y América Latina y el Caribe.	64
2.4.5.	Estudios realizados sobre la producción científica colombiana	71
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	82
3.1.	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	82
3.1.1.	Las bases de datos <i>Web of Science</i> [®] (<i>WoS</i>) y <i>SciVerse Scopus</i> [®]	82
3.1.2.	Las fuentes primarias.....	90
3.1.3.	Las fuentes de referencia.....	91
3.2.	PROCESOS PARA LA ESTRUCTURACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	94
3.2.1.	Origen de los datos.....	95
3.2.2.	Normalización	96
3.2.3.	Sectorización.....	97
3.3.	NIVELES DE AGREGACIÓN.....	100
3.3.1.	Geográfico	100
3.3.2.	Temporal.....	101
3.3.3.	Temático.....	102

3.3.4.	Sectorial	103
3.3.5.	Institucional	104
3.4.	INDICADORES Y TÉCNICAS DE ANÁLISIS	104
3.4.1.	Dimensión socio-económica	109
3.4.2.	Dimensión cuantitativa.....	111
3.4.3.	Dimensión cualitativa.....	114
3.4.4.	Dimensión relacional y estructural.....	120
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	128
4.1.	ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO.....	128
4.2.	ANÁLISIS GENERAL DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA	140
4.2.1.	Dimensión cuantitativa.....	140
4.2.2.	Dimensión cualitativa.....	148
4.2.3.	Tipología documental.....	153
4.2.4.	Lengua de publicación.....	154
4.2.5.	Fuentes de publicación.....	156
4.3.	ANÁLISIS TEMÁTICO	164
4.3.1.	Producción científica por áreas temáticas.....	164
4.3.2.	Dispersión temática	165
4.3.3.	Distribución temática.....	166
4.3.4.	Perfil temático.....	168
4.3.5.	Vertebración/estructura temática de la producción científica colombiana	175
4.3.6.	Posición relativa de las áreas respecto a su especialización temática, visibilidad internacional, porcentaje de documentos en colaboración internacional, en revistas de primer cuartil y volumen de producción. Colombia, 2003-2010	182
4.3.7.	Lengua de publicación por área temática	185
4.3.8.	Tipología documental por área temática	186
4.3.9.	Posición relativa de Colombia, por áreas temáticas	188
4.3.10.	Indicadores básicos por área temática	215
4.4.	ANÁLISIS SECTORIAL.....	219
4.5.	ANÁLISIS INSTITUCIONAL	231
4.6.	ANÁLISIS DE LA COLABORACIÓN CIENTÍFICA	237
4.6.1.	Colaboración científica internacional y latinoamericana	238

4.6.2.	Colaboración internacional por áreas temáticas	249
5.	CONCLUSIONES	266
6.	LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN	284
7.	BIBLIOGRAFÍA	285
8.	ANEXOS	293
8.1.	Listado de áreas y categorías temáticas <i>SciVerse Scopus</i> ®	293
8.2.	Referentes inversión I+D como porcentaje del PIB en el mundo.....	295
8.3.	Inversión en I+D en términos absolutos y relativos. Colombia y países seleccionados, 2009*	296
8.4.	Distribución mundial de investigadores 2002, 2007, 2009	296
8.5.	Evolución del número de investigadores (personas físicas). Colombia, 2003-2009. Distribución por género, nivel de formación y disciplinas.	297
8.6.	Crecimiento promedio anual de la producción de Colombia, región y países seleccionados, 2003-2010	297
8.7.	Evolución del número de documentos de la producción científica colombiana, porcentaje que representa respecto a la producción mundial y a América Latina, 2003-2010	298
8.8.	Evolución de la inversión en I+D por sector de financiamiento, sector de ejecución e investigadores por sectores. Colombia, 2003, 2005, 2007 y 2009	298
8.9.	Revistas colombianas indexadas en <i>SciVerse Scopus</i> ® (Abril 2012)	298
8.10.	Distribución por cuartiles de las revistas donde se publica la producción científica colombiana, 2003-2010	300
8.11.	Distribución por cuartiles de las revistas donde se publica la producción científica colombiana de excelencia liderada, 2003-2010	300
8.12.	Fuentes de publicación de la producción científica colombiana de excelencia liderada, 2003-2010	300
8.13.	Dispersión temática de la producción total, de excelencia, liderada, y de excelencia liderada. Colombia, 2003-2010	303
8.14.	Distribución temática de la producción científica colombiana, 2003-2010	303
8.15.	Posición relativa de las áreas respecto a su especialización temática, visibilidad relativa al mundo, porcentaje de documentos en colaboración internacional y volumen de producción	304
8.16.	Posición relativa de las áreas respecto a su porcentaje de documentos en colaboración internacional, en revistas de primer cuartil, volumen de producción y visibilidad relativa al mundo. Colombia 2003-2010.....	305

8.17.	Posición relativa de Colombia, por áreas temáticas	306
8.18.	Distribución de las instituciones de investigación colombianas por sector de producción	308
8.19.	Instituciones colombianas con producción científica en SciVerse Scopus	308
8.20.	Matriz colaboración internacional Colombia-Mundo. Producción absoluta, 2003-2010.	320
8.21.	Matriz colaboración internacional Colombia-Latinoamérica. Producción absoluta, 2003-2010	321
8.22.	Colaboración internacional en la producción colombiana absoluta, liderada, de excelencia y de excelencia liderada, 2003-2010	321

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	
Mapas de Colombia y Suramérica	7
Figura 2.	
Conceptos fundamentales	12
Figura 3.	
El estudio de las ciencias como un problema multidisciplinario	20
Figura 4.	
Bases conceptuales del proyecto Atlas de la Ciencia	31
Figura 5.	
Metodología del Grupo SCImago para la elaboración del Atlas de la Ciencia	33
Figura 6.	
Esquema del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, 1990-2008.	50
Figura 7.	
Publicaciones científicas en Latinoamérica, 1991.	71
Figura 8.	
Características generales de la base de datos Web of Science®	83
Figura 9.	
Características generales de la base de datos SciVerse Scopus®	85
Figura 10.	
SCImago Journal & Country Rank Portal < http://www.scimagojr.com >	86
Figura 11.	
Referentes sobre la Inversión en I+D como porcentaje del PIB en el mundo,	129
Figura 12.	
Inversión en I+D como porcentaje del PIB frente al PIB en millones de USD.	130
Figura 13.	
Evolución del Producto Interno Bruto y la inversión en I+D. Colombia, 2000-2009	131
Figura 14.	
Inversión en I+D en términos absolutos y relativos.	132
Figura 15.	
Inversión en I+D (Miles USD) por Investigador EJC frente a	133
Figura 16.	
Distribución Mundial de los Investigadores, 2002, 2007 y 2009	134
Figura 17.	
Graduados en Doctorados y Maestrías. Colombia y países seleccionados, 2009	135
Figura 18.	
Evolución temporal de graduados en educación superior, por nivel de formación.	137

Figura 19.	
Evolución del número de investigadores (personas físicas). Colombia, 2003-2009.	138
Figura 20.	
Distribución por regiones geográficas de la producción científica mundial en los años 2003 y 2010	141
Figura 21.	
Tasas de crecimiento de los diez primeros productores del mundo, 2003-2010.	142
Figura 22.	
Tasas de crecimiento de los diez primeros productores de Latinoamérica, 2003-2010.	142
Figura 23.	
Crecimiento promedio anual de la producción científica de Colombia, países y regiones seleccionadas, 2003-2010	143
Figura 24.	
Evolución del número de documentos de la producción científica colombiana. Porcentaje que representan respecto a la producción del mundo y de Latinoamérica, 2003-2010	144
Figura 25.	
Producción científica de Colombia y países seleccionados, porcentaje que representa respecto a la producción del mundo y de Latinoamérica, 2010	144
Figura 26.	
Evolución quinquenal de la producción científica colombiana y de los países seleccionados, 2003-2010.	145
Figura 27.	
Porcentaje de producción de excelencia, liderada y de excelencia liderada. Colombia y países seleccionados, 2003-2010.	146
Figura 28.	
Evolución de la inversión en I+D y de la producción científica colombiana con sus respectivas tasas de crecimiento anual, 2003-2010	148
Figura 29.	
Producción científica total, porcentaje de producción de excelencia, liderada y de excelencia liderada. Colombia, 2003-2010	149
Figura 30.	
Citas por documento recibidas por cada región geográfica y por Colombia en relación con las que recibe el mundo, 2003-2010	150
Figura 31.	
Promedio de citas por documento, citas y autocitas recibidas por Colombia y países seleccionados, 2003-2010	151
Figura 32.	
Promedio de citas por documento recibidas por Colombia y países seleccionados, documentos citados, documentos en colaboración internacional y citación normalizada, 2003-2010	152

Figura 33.	
Evolución quinquenal de citas por documento. Colombia y países seleccionados, 2003-2010	153
Figura 34.	
Distribución por cuartiles y Visibilidad de las revistas con producción científica absoluta. Colombia, SciVerse Scopus®, 2003-2010	158
Figura 35.	
Distribución por cuartiles y Visibilidad de las revistas con producción científica colombiana de Excelencia Liderada. SciVerse Scopus®, 2003-2010	162
Figura 36.	
Producción total por áreas temáticas. Mundo y Colombia, 2003-2010	165
Figura 37.	
Dispersión temática de la producción total, de excelencia, liderada y de excelencia liderada. Colombia, 2003-2010	166
Figura 38.	
Evolución de la distribución temática de la producción científica colombiana, 2003-2010	167
Figura 39.	
Perfil temático de la producción científica total. Colombia, 2003 y 2010	168
Figura 40.	
Perfil temático de la producción total. Colombia, 2003-2010	169
Figura 41.	
Perfil temático de la producción científica total. Citas por documento. Colombia, 2003 y 2010	171
Figura 42.	
Perfil temático de la producción científica de excelencia. Citas por Documento. Colombia, 2003 y 2010	172
Figura 43.	
Perfil temático de la producción científica liderada. Citas por documento. Colombia, 2003 y 2010	173
Figura 44.	
Perfil temático de excelencia liderada. Citas por documento. Colombia, 2003 y 2010	174
Figura 45	
Mapa de cocitación de áreas temáticas 2003.	177
Figura 46.	
Mapa de cocitación de áreas temáticas 2010.	178
Figura 47.	
Mapa de cocitación de categorías temáticas 2003.	180
Figura 48	
Mapa de cocitación de categorías temáticas 2010.	181
Figura 49.	
Posición relativa de las áreas respecto a su especialización temática, visibilidad internacional, porcentaje de documentos en colaboración internacional y volumen de producción. Colombia, 2003-2010	182

Figura 50.	
Porcentaje de documentos en colaboración internacional, en revistas de primer cuartil, volumen de producción y visibilidad relativa al mundo. Colombia 2003-2010 _____	184
Figura 51.	
Posición relativa de Colombia en el área temática AGR, 2003-2010 _____	189
Figura 52.	
Posición relativa de Colombia en el área temática ART, 2003-2010 _____	190
Figura 53.	
Posición relativa de Colombia en el área temática BIO, 2003-2010 _____	191
Figura 54.	
Posición relativa de Colombia en el área temática BUS, 2003-2010 _____	192
Figura 55.	
Posición relativa de Colombia en el área temática CENG, 2003-2010 _____	193
Figura 56.	
Posición relativa de Colombia en el área temática CHEM, 2003-2010 _____	194
Figura 57.	
Posición relativa de Colombia en el área temática COMP, 2003-2010 _____	195
Figura 58.	
Posición relativa de Colombia en el área temática DEC, 2003-2010 _____	196
Figura 59.	
Posición relativa de Colombia en el área temática DEN, 2003-2010 _____	197
Figura 60.	
Posición relativa de Colombia en el área temática EAR, 2003-2010 _____	198
Figura 61.	
Posición relativa de Colombia en el área temática ECO, 2003-2010 _____	199
Figura 62.	
Posición relativa de Colombia en el área temática ENER, 2003-2010 _____	200
Figura 63.	
Posición relativa de Colombia en el área temática ENG, 2003-2010 _____	201
Figura 64.	
Posición relativa de Colombia en el área temática ENV, 2003-2010 _____	202
Figura 65.	
Posición relativa de Colombia en el área temática GRAL, 2003-2010 _____	203
Figura 66.	
Posición relativa de Colombia en el área temática HEAL, 2003-2010 _____	204
Figura 67.	
Posición relativa de Colombia en el área temática IMMU, 2003-2010 _____	205
Figura 68.	
Posición relativa de Colombia en el área temática MAT, 2003-2010 _____	206

Figura 69.	
Posición relativa de Colombia en el área temática MATH, 2003-2010	207
Figura 70.	
Posición relativa de Colombia en el área temática MED, 2003-2010	208
Figura 71.	
Posición relativa de Colombia en el área temática NEU, 2003-2010	209
Figura 72.	
Posición relativa de Colombia en el área temática NUR, 2003-2010	210
Figura 73.	
Posición relativa de Colombia en el área temática PHAR, 2003-2010	211
Figura 74.	
Posición relativa de Colombia en el área temática PHY, 2003-2010	212
Figura 75.	
Posición relativa de Colombia en el área temática PSY, 2003-2010	213
Figura 76.	
Posición relativa de Colombia en el área temática SOC, 2003-2010	214
Figura 77.	
Posición relativa de Colombia en el área temática VET, 2003-2010	215
Figura 78.	
Inversión en I+D por sector de financiamiento. Colombia, países y regiones seleccionados, 2009	221
Figura 79.	
Evolución de la inversión en I+D por sector de financiamiento. Colombia, 2000-2009	222
Figura 80.	
Inversión en I+D por sector de financiamiento frente a investigadores EJC por sector. Colombia, países y regiones seleccionados, 2009	223
Figura 81.	
Evolución de la inversión en I+D por sector de financiamiento, sector de ejecución, investigadores EJC y producción Scopus por sectores. Colombia, 2003, 2005, 2007 y 2009	224
Figura 82.	
Distribución de los sectores institucionales con producción científica en SciVerse Scopus® y su participación en los tipos de producción. Colombia, 2003-2010	226
Figura 83.	
Distribución por sectores institucionales frente a contribución sectorial al total de la producción absoluta y citas por documento. Colombia, 2003-2010	229
Figura 84.	
Distribución de los documentos por sectores institucionales, tipo de colaboración y porcentaje de producción total, de excelencia, liderada y de excelencia y liderada. Colombia, 2003-2010	230
Figura 85.	
Producción científica y citas por documento de las primeras diez instituciones productoras. Colombia, 2003-2010	232

Figura 86.	
Número de instituciones de investigación según producción total, de excelencia, liderada, y de excelencia liderada, por sector. Colombia, 2003-2010 _____	227
Figura 87.	
Evolución del número de instituciones con producción de excelencia, liderada y de excelencia liderada, Colombia 2003-2010 _____	237
Figura 88.	
Tipo de colaboración científica y su respectiva citación normalizada. Producción absoluta. Colombia, 2003-2010 _____	239
Figura 89.	
Tipo de colaboración científica y su respectiva citación normalizada. _____	241
Figura 90.	
Colaboración internacional. Producción absoluta, 2003-2010 _____	243
Figura 91.	
Mapa de colaboración científica entre Colombia y países latinoamericanos, 2003-2010 _____	244
Figura 92.	
Mapa de colaboración internacional en la producción científica colombiana de Excelencia, 2003-2010 _____	246
Figura 93.	
Mapa de colaboración internacional en la producción científica colombiana Liderada, 2003-2010.	247
Figura 94.	
Mapa de colaboración internacional en la producción científica colombiana de Excelencia Liderada, 2003-2010 _____	248

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología, 1991-2009	42
Tabla 2. Áreas temáticas <i>SciVerse Scopus</i> ®	103
Tabla 3. Organigrama de indicadores	106
Tabla 4. Ranking de los países latinoamericanos según tipo de producción, 2003-2010	147
Tabla 5. Evolución de los tipos de documentos en los que se publica la producción científica total, de excelencia, liderada y de excelencia liderada. Colombia, 2004, 2006, 2008 y 2010.....	154
Tabla 6. Distribución del número de documentos, citas y citas por documento, según lengua de publicación en la producción total, de excelencia, liderada y, de excelencia y liderada. Colombia, 2003-2010. ...	155
Tabla 7. Producción científica publicada en revistas colombianas indexadas en <i>SciVerse Scopus</i> ®, 2003-2010	157
Tabla 8. Principales fuentes de publicación de la producción científica colombiana, Scopus 2003-2010	160
Tabla 9. Países editores de las revistas donde se publica la producción científica colombiana, 2003-2010	161
Tabla 10. Fuentes de publicación de la producción científica colombiana de Excelencia Liderada. <i>SciVerse Scopus</i> ®, 2003-2010.....	163
Tabla 11. Lengua de publicación por áreas temáticas. Colombia, 2003-2010.....	186
Tabla 12. Tipo de publicación por áreas temáticas. Colombia, 2003-2010.....	187
Tabla 13. Indicadores básicos de la producción científica por áreas temáticas <i>SciVerse Scopus</i> ®. Colombia, 2003-2010	217
Tabla 14. Programas Nacionales, Áreas Estratégicas y Centros de Excelencia respecto a Áreas y Categorías <i>Scopus</i>	218
Tabla 15. Distribución temporal de la producción por sectores institucionales y evolución de las citas, citas por documento, citación normalizada y porcentaje de documentos en el primer cuartil. Colombia, 2003-2010.	228
Tabla 16. Instituciones con mayor producción del Sector Educación Superior. Colombia, 2003-2010.	233
Tabla 17. Instituciones con mayor producción del Sector Salud. Colombia, 2003-2010.	234
Tabla 18. Instituciones con mayor producción del Sector Gobierno. Colombia, 2003-2010.	235
Tabla 19. Principales instituciones del Sector <i>Otros</i> . Colombia, 2003-2010.	236
Tabla 20. Tasa de colaboración internacional según tipo de producción. Colombia, 2003-2010	242
Tabla 21. Colaboración internacional en la producción colombiana de excelencia liderada, 2003-2010	249
Tabla 22. Tipo de colaboración por áreas temáticas	250
Tabla 23. Colaboración internacional en el área AGR, 2003-2010.	251
Tabla 24. Colaboración internacional en el área ART, 2003-2010.....	252
Tabla 25. Colaboración internacional en el área BIO, 2003-2010.	252
Tabla 26. Colaboración internacional en el área BUS, 2003-2010.....	253
Tabla 27. Colaboración internacional en el área CENG, 2003-2010.	253
Tabla 28. Colaboración internacional en el área CHEM, 2003-2010.	254

Tabla 29. Colaboración internacional en el área COMP, 2003-2010.	254
Tabla 30. Colaboración internacional en el área DEC, 2003-2010.....	255
Tabla 31. Colaboración internacional en el área DEN, 2003-2010.	255
Tabla 32. Colaboración internacional en el área EAR, 2003-2010.....	256
Tabla 33. Colaboración internacional en el área ECO, 2003-2010.....	256
Tabla 34. Colaboración internacional en el área ENER, 2003-2010.....	257
Tabla 35. Colaboración internacional en el área ENG, 2003-2010.	257
Tabla 36. Colaboración internacional en el área ENV, 2003-2010.	258
Tabla 37. Colaboración internacional en el área GRAL, 2003-2010.....	259
Tabla 38. Colaboración internacional en el área HEAL, 2003-2010.....	259
Tabla 39. Colaboración internacional en el área IMMU, 2003-2010.....	260
Tabla 40. Colaboración internacional en el área MAT, 2003-2010.....	260
Tabla 41. Colaboración internacional en el área MATH, 2003-2010.	261
Tabla 42. Colaboración internacional en el área MED, 2003-2010.	262
Tabla 43. Colaboración internacional en el área NEU, 2003-2010.	262
Tabla 44. Colaboración internacional en el área NUR, 2003-2010.....	263
Tabla 45. Colaboración internacional en el área PHAR, 2003-2010.	263
Tabla 46. Colaboración internacional en el área PHY, 2003-2010.....	264
Tabla 47. Colaboración internacional en el área PSY, 2003-2010.	264
Tabla 48. Colaboración internacional en el área SOC, 2003-2010.....	265
Tabla 49. Colaboración internacional en el área VET, 2003-2010.	266
Tabla 50. Posiciones en los rankings globales <i>SCImago Institutions Rankings</i> ®. Colombia y países seleccionados, 2003-2010	283

RESUMEN EJECUTIVO

El análisis del dominio científico que aquí se presenta, busca caracterizar los resultados de la investigación de Colombia a partir de la producción registrada en la base de datos *SciVerse Scopus*® y la aplicación de una serie de indicadores que dan cuenta de las dimensiones cuantitativa, cualitativa y relacional en que se mueve. Especial atención se da a aspectos como volumen de producción, visibilidad, especialización temática, colaboración, impacto y excelencia con liderazgo durante el período 2003-2010, teniendo en cuenta la posición relativa de Colombia respecto al mundo y, en particular, a los principales países latinoamericanos en materia de ciencia.

El trabajo aplica una metodología comúnmente aceptada por la comunidad científica internacional, que tiene como soporte fundamental la *cienciometría*, en el contexto de propuestas tales como los estudios CTS (ciencia, tecnología y sociedad), la gestión del conocimiento y el paradigma conocido como análisis de dominio en el campo de la Documentación. En específico, sigue la línea de trabajo de *SCImago Research Group*, y sus proyectos Atlas Global de la Ciencia, *SCImago Journal & Country Rank* y *SCImago Institutions Ranking*.

Teniendo en cuenta la situación socioeconómica colombiana, los conflictos internos que atraviesa y la estructura y trayectoria de su Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, el estudio brinda elementos para explicar la posición del país en el contexto mundial de la producción científica, que en general, no se corresponde con su tamaño ni con sus características económicas o poblacionales, ni tampoco con las metas que periódicamente se propone alcanzar en sus políticas, planes y programas nacionales o sectoriales, empezando por el histórico gasto del 0,1 del PIB en I+D, el más bajo de los países base de esta comparación.

En el 2003 Colombia contribuyó con el 2,47% de la producción científica latinoamericana, mientras que Brasil lo hizo con el 44,2%, México con el 19,3%, Argentina con 13,5% y Chile con 7,1%. En conjunto, estos países aportaron el 86,4% de la producción científica regional con visibilidad internacional. Para el 2010 la

contribución colombiana prácticamente se duplicó al pasar a ser del 4,76%, dada su significativa tasa de crecimiento de 298,73% en el término de ocho años, que duplica los resultados de Brasil, Perú y Chile. Esta producción ubica a Colombia en el puesto 54 del mundo y el 5 de América Latina.

Tal dinámica puede explicarse por la reacción positiva del país ante la necesidad de participar activamente en el circuito de la comunicación científica mundial y superar el rezago histórico que ha tenido en la materia; al mayor número y nivel de formación de sus investigadores activos (que creció nueve veces); pero también a las recientes políticas para la indexación de revistas científicas de *SciVerse Scopus*®, que favorecieron la cobertura nacional y regional y, por ende, la presencia colombiana en las mismas. Principalmente se explica por el cambio en los hábitos de comunicación de los investigadores, que optaron por la internacionalización de sus resultados. Como corresponde a las buenas prácticas de la comunicación científica, esto supone que la tipología documental predominante sea el artículo de investigación, que en el caso colombiano representa un 76,97% de la producción absoluta en 2010, y que el idioma más utilizado sea el inglés, que para el país es del 70% en el mismo año.

Dado lo reciente de este proceso de internacionalización, se encuentran contrastes entre las dimensiones cuantitativa y cualitativa de la producción científica colombiana, así como particularidades en la relacional. En este sentido, el crecimiento en el número de documentos descrito, contrasta con los indicadores de calidad, en especial, con la producción de excelencia y de excelencia liderada, cuyos promedios apenas constituyen el 7,75% y 2,58% de su producción total, respectivamente, cuando deberían ser del orden del 10% y el 5%, como mínimo. Además, es evidente la diferencia entre ambos indicadores, lo que significa que Colombia participa en producción de excelencia, pero pocas veces la lidera; esto no es una buena señal pues es aquí donde se revela el verdadero potencial del país para generar conocimiento científico del más alto nivel. Tanto en producción de excelencia como de excelencia liderada, Colombia mantiene su 5º lugar en el SIR latinoamericano, aunque la proporción de documentos liderados y de excelencia liderada la sitúan en los puestos 9 y 22, respectivamente.

Lo anterior tiene estrecha relación con la publicación en revistas de primer cuartil (Q1), considerado también un indicador de la calidad. En promedio, el 34% de la producción colombiana se publica en revistas Q1, en tanto que el 17% se hace en revistas Q4. Sin embargo, no es conveniente la tendencia que está dando lugar a que haya un mayor número de publicaciones en Q4, excepto que obedezca a la reciente incorporación de fuentes de lengua hispana en *SciVerse Scopus*®, donde automáticamente ingresan al último cuartil. Hasta tanto la situación no evolucione y empiecen a ser visibles los artículos publicados en ellas, todo análisis sobre la calidad de los investigadores en cualquier área debe ser cauteloso; por ello se recomienda que el fenómeno sea observado durante los próximos años.

Por el momento, las publicaciones en revistas Q1 le reportan a Colombia una citación normalizada de 1.50 en promedio (en 2007 obtuvo un 1.75), mientras que en Q4 solo alcanza el 0.24. En relación con la producción absoluta, este mismo indicador ubica a Colombia en 0.74, muy cerca de Brasil (0.75) y México (0.76), pero algo más distante de Chile (0.9).

El mayor esfuerzo investigador (mayor proporción de documentos publicados) lo hacen, en su orden, *Medicine*, *Agricultural*, *Biochemistry*, *Engineering*, *Physics e Immunology*, que cuentan con más de mil documentos durante el período. De ellos, *Medicine* alcanza la máxima cifra, a considerable distancia de las demás.

Cuatro de estas seis áreas obtienen más de diez mil citas durante los ocho años: *Medicine*; *Agricultural*; *Biochemistry*; e *Immunology*. Pero la mejor relación de citas por documento la tienen *General*; *Neuroscience*; e *Immunology*, que superan el umbral de las diez. No obstante, la mayor proporción de documentos citados, esto es, que superan el 70%, está en las áreas: *Immunology*, *Biochemistry*, *Environmental*, *Chemistry* y *General*.

Cinco áreas consiguen una citación normalizada destacada, aunque levemente superior al mundo: *Immunology*; *Environmental*; *Neuroscience*; *General*; y *Dentistry*, siendo ésta la de mayor visibilidad (1.16). Estos resultados se corresponden

parcialmente con las áreas que publican más de un 40% de su producción en revistas Q1: *Immunology*, *Environmental Neuroscience*; *General*; y *Dentistry*; pero también: *Materials*; *Chemical*; y *Earth*.

El grupo de áreas que consigue que, por lo menos, un 10% de su producción sea de Excelencia, son: *Environmental*; *Earth*; *Energy*; *Neuroscience*, *Dentistry*; *General*; *Decision Science* y *Health*. Muchas de ellas también se destacan en impacto normalizado y publicaciones en revistas Q1, como ya se ha visto, pero otras apenas sobresalen con este indicador: *Decision Science* y *Health*, al parecer, debido a las altas tasas de colaboración internacional que tienen.

Pero el grupo más selecto, conformado por las áreas que reúnen el máximo puntaje en proporción de documentos de excelencia con liderazgo, lo cumplen en su orden: *Energy*; *Dentistry*; *Chemical Engineering*; *Engineering*; y *Decision Science*. Esto, respecto al contexto del país, porque obviamente se trata de dígitos muy bajos.

A la vez, cuatro áreas se destacan por sus puntajes en tres indicadores de calidad importantes: Citación Normalizada, Porcentaje de revistas en Q1 y % de Excelencia; ellas son: *Environment*; *Neuroscience*; *Dentistry*; *General*: en ellas están las principales fortalezas de la producción científica colombiana.

En cuanto al índice de especialización temática, la producción científica colombiana se concentra en *Veterinary* (1,36), *Agricultural* (1,35), *Dentistry* (1,29), *Immunology* (1,20), *Econometrics* (1,20), *Psychology* (1,18), *Arts* (1,17), *Medicine* (1,06), *Social* (1,05), *Chemical Engineering* (1,04).

Estos resultados no necesariamente se corresponden con los Programas Nacionales de CT+I, las Áreas Estratégicas o los Centros Nacionales de Excelencia, lo que repercute en un mayor reto para que estas iniciativas proyecten su investigación a nivel mundial. *Energy*, no obstante, da un ejemplo al destacarse por contar con la mayor producción científica de excelencia con liderazgo.

En Colombia, la investigación científica es llevada a cabo fundamentalmente por las instituciones de educación superior - IES, entre las que se destacan la Universidad Nacional de Colombia, por su volumen de producción, y la Universidad Pontificia Bolivaria, que consigue el mayor número de citas por documento durante el período.

No obstante representar el 16% de las entidades de investigación del país, el sector Educación Superior es el responsable del 80% de su producción científica. Los demás sectores, incluyendo el de Salud, reportan cifras moderadas. En cualquier caso, es precaria la participación del sector Privado, mientras que tiene mayor relevancia el sector *Otros*, donde se encuentran organismos internacionales e instituciones privadas sin fines de lucro, con importante dinámica en investigación. De hecho, de las diez primeras instituciones colombianas en producción científica, el mayor número de citas por documento lo reporta el Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT (10,75).

Así como acreditan la mayor producción, las IES también cuentan con el mayor número de investigadores de Colombia y gracias a ellos es que el país puede reportar los trabajos de excelencia y excelencia liderada ya mencionados. Sin embargo, la inversión que hace Colombia en I+D a nivel de investigador equivalente a jornada completa (miles USD 39,03) la sitúa muy por debajo del promedio latinoamericano (miles USD 101,91), a pesar de contar también con el menor número de investigadores EJC y de doctores de la región (excepción hecha de Venezuela, que ocupa el último lugar)

En términos generales, el país no consigue aumentar significativamente el PIB en I+D. Solo ampliando la cifra a dos decimales se puede observar un incremento de 0,11% a 0,15% en los cinco años del reporte. Así, Colombia no alcanza el promedio de inversión que hace el conjunto de países en desarrollo (sus semejantes) y está todavía más distante del promedio de la región latinoamericana, que lo supera un poco más de seis veces.

Estas condiciones, sumadas al contexto político y social que vive Colombia, hacen que sea más encomiable el trabajo de sus investigadores y de los resultados que

someten al circuito de la comunicación científica con visibilidad internacional. Y es precisamente la colaboración internacional la que permite en gran medida esa visibilidad, que en el caso colombiano representa el mayor porcentaje entre los tipos de colaboración si bien decrece durante el período al pasar de un 49,46% en 2003 a un 40,81% en 2010. Aún así, los trabajos en colaboración internacional alcanzan la media mundial en impacto normalizado en 2004, y se mantienen en ella hasta el final del período, aunque con altibajos que tienen el pico más alto en 2007 cuando alcanza un 1.26 en ese indicador. El principal socio en esta colaboración científica es Estados Unidos, tanto en volumen (14,72%) como en citas por documento (11.94). Le siguen, en su orden, España, Brasil, Gran Bretaña y Francia, aunque en citas por documento la visibilidad de estos dos últimos es mayor, cercana a la obtenida con Estados Unidos, pero con España es de 6,45 y con Brasil de 9,73.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO

El informe final del estudio *Análisis del Dominio Científico Colombiano* que se presenta en este texto, se inscribe en los macroproyectos **SCImago Journal & Country Rank** (SCImago Research Group, c2007-2012) y **SCImago Institutions Rankings - SIR** (SCImago Research Group, c2012), de alcance mundial. Estos macroproyectos son realizados por el Grupo de Investigación SCImago¹, bajo el liderazgo del Doctor Félix de Moya Anegón², actualmente profesor investigador del Consejo Superior de Investigaciones Científicas - CSIC de España y profesor invitado del *Doctorado en Información Científica: tratamiento, acceso y evaluación*, que imparte la Facultad de Comunicación y Documentación de la Universidad de Granada, programa dentro del cual se presenta esta tesis doctoral. Específicamente el trabajo corresponde a la línea de investigación *Representación, acceso y análisis de los dominios informativo documentales*.

Una primera parte de este trabajo fue realizada durante el período de Investigación Tutelada del mismo programa y corresponde a los indicadores socio-económicos que sirven de contexto para el análisis de la información del dominio científico colombiano (Molina Molina, 2006). Ellos fueron examinados a la luz del *Programa para la Endogenización de la Ciencia y la Tecnología*, propuesto por la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo de 1994 (Colombia. Misión Ciencia, Educación y Desarrollo, 2000) y, por tanto, algunos de sus apartes se retoman en el presente informe.

Por tratarse de un trabajo enmarcado en un proyecto mayor, los referentes teóricos, así como los materiales y métodos, y otros criterios generales, están determinados y obedecen a las teorías, metodologías y desarrollos alcanzados por el Grupo SCImago,

¹SCImago es un Grupo de Investigación adscrito al Instituto de Políticas y Bienes Públicos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España, en el cual participan las universidades de Granada, Extremadura, Carlos III de Madrid, Alcalá de Henares y, más recientemente, la Universidade do Oporto y SCImago Lab. Este grupo está dedicado al análisis, representación y recuperación de la información por medio de técnicas de visualización. [.http://www.scimago.es/](http://www.scimago.es/)
²<http://www.ugr.es/~felix/>; http://www.iesam.csic.es/Pi-esp/moya_felix.html

autor original de muchos de ellos. Por consiguiente, el aporte fundamental de este informe está dado en el énfasis sobre su aplicación específica al dominio científico colombiano, en sus características particulares y en el análisis correspondiente de sus resultados en un contexto latinoamericano. En este sentido, si bien se registra la existencia de algunos estudios cuantitativos sobre la producción científica colombiana, el hecho de aplicar la metodología Atlas de la Ciencia³ del Grupo SCImago a partir de la base de datos *SciVerse Scopus®*, le da un enfoque especial a este aporte. Adicionalmente, el estudio cobra originalidad por la batería de indicadores utilizada, la cual forma parte del sistema de información cuantitativo que este Grupo ha desarrollado en sendas plataformas tecnológicas de gran potencia y complejidad: *SCImago Journal and Country Rank* y *SCImago Institutions Rankings*. Es igualmente importante, en consideración al hecho de que es un proyecto de interés nacional, en función del cual se gestionan convenios de cooperación específicos para su desarrollo y posterior utilización por parte de la comunidad científica y académica colombiana.

Como aproximación al conocimiento del dominio científico colombiano, el objetivo se plantea en función de caracterizarlo mediante la aplicación de un amplio conjunto de indicadores cuantitativos que abarcan las dimensiones cuantitativas, cualitativas y relacionales, las cuales se analizan con referencia a la dimensión socioeconómica propia del país para conocer su posición relativa respecto a su entorno latinoamericano y a la producción científica internacional. La dimensión cualitativa a la cual se alude, si bien parte de una serie de medidas cuantitativas, de manera indirecta procura dar cuenta de la calidad de la producción científica objeto de estudio.

Al centrarse en la producción científica colombiana, este análisis de dominio es geográfico, e incluye, a su vez, tres niveles de agregación: el temático, el sectorial y el temporal. El geográfico incluye además el contexto latinoamericano e internacional, con el fin de establecer un telón de fondo que sirva de contraste y

³ En el proyecto *Atlas of Science* (SCImago Research Group, c2005), de alcance iberoamericano, se puede ubicar el origen de los desarrollos alcanzados por el Grupo SCImago en esta materia (De-Moya-Anegón, y otros, 2004), (De-Moya-Anegón, Vargas-Quesada, Herrero-Solana, Chinchilla-Rodríguez, Corera-Álvarez, & Muñoz-Fernández, 2004).

como referente a los resultados encontrados en el análisis geográfico colombiano respecto a otros países y regiones; el temático permite evidenciar tendencias y establecer comparaciones entre distintos dominios científicos en cuanto a temas de investigación y evolución de la ciencia del país; el sectorial es útil para identificar dónde se origina la investigación colombiana y dónde están sus actores; y el temporal, para ubicar los resultados en contextos históricos determinados.

Se resalta el hecho de que la producción científica colombiana a la que se hace referencia es la registrada en la base de datos de citas *SciVerse Scopus*®⁴ de la Editorial Elsevier, lo cual significa que representa una pequeña muestra de su producción científica total, pero también, es aquella reconocida por una “élite científica”, y en este sentido, es la producción colombiana con mayor visibilidad internacional, acreditada y divulgada en “las grandes ligas” y homologada como el aporte colombiano a la ciencia mundial de mayor reputación. Este contexto es el que valida el presente ejercicio como pertinente y significativo.

1.2. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

En principio, las limitaciones del trabajo son las propias de los estudios cuantitativos, ampliamente reconocidas, y que empiezan por aceptar que se trata de aproximaciones a un aspecto muy puntual y específico de la dinámica de la actividad científica como son las publicaciones científicas, y que además resulta obvio que juzgar la calidad de estas publicaciones solamente por medidas bibliométricas es inadecuado (Ernst, 2010).

Limitaciones adicionales están también determinadas por el hecho de privilegiar la *revista científica*, y en particular *el artículo científico*, como el objeto de análisis óptimo para el estudio de dominios científicos, acogiendo así los numerosos argumentos dados en la literatura cuantitativa⁵ que la ubican como el medio por excelencia dentro del sistema de comunicación de la ciencia y, por ende, unidad básica para la evaluación de la investigación desde la perspectiva cuantitativa.

⁴ *SciVerse Scopus*® es la bases de datos de resúmenes y citas con la mayor cobertura de la ciencia mundial <http://www.scopus.com/home.url> y sus características se presentan en el apartado 3.1.1.

⁵Ver, por ejemplo (Moed, 2005) (Maltrás Barba, 2003) (Callon, Courtial, & Penan, 1995) (Leydesdorff, 2001)

De hecho, esta limitación es inherente a los indicadores cuantitativos que sólo pueden ser aplicados a los resultados publicados en canales formales, dejando de lado cualquier otra forma de expresión científica; sin embargo, es también reconocido que estos resultados constituyen una muestra representativa de la actividad científica de ámbito internacional (De-Moya-Anegón, Chinchilla-Rodríguez, Corera-Álvarez, González-Molina, & Vargas-Quesada, 2011).

Luego, dado este punto de partida, se desprende otro factor determinante, cual es el uso de la base de datos *SciVerse Scopus®* como la herramienta y fuente principal de información, no sólo por el alto prestigio y reconocimiento de los cuales goza entre los investigadores, al reunir las mejores revistas científicas del mundo, sino también por las características singulares que ofrece para realizar análisis bibliométricos exhaustivos. Esto último obedece a que sus registros incluyen un buen número de campos que permiten identificar en forma detallada un documento y utilizar estos componentes como variables de análisis, así como vincular esta información con las plataformas que proporcionan datos detallados sobre las revistas científicas, como lo son las ya mencionadas *SCImago Journal & Country Rank - SJCR* y *SCImago Institutions Rankings - SIR*, que se describirán en detalle más adelante. Estas características la hacen especial en el mercado de los productos referenciales de información científica (junto con el *Journal Citation Reports* en relación con *Web of Science®*) y son justamente las características necesarias para los requerimientos y propósitos que tienen los trabajos cuantitativos y, en particular, el Atlas de la Ciencia referido, que además le permiten, obviamente, realizar análisis comparativos válidos entre los distintos dominios geográficos.

Una descripción más detallada de la base de datos *SciVerse Scopus®* se dará en el apartado 3.1.1, donde se precisan las cualidades que explican su validez como una de las herramientas más robustas para los estudios cuantitativos de la actividad científica, poniéndola en contraste con *Web of Science®*, según la explican Moed (2005) y Codina (2005), entre muchos otros expertos en la materia.

No obstante, es común escuchar mayores objeciones cuando se trata de aplicar estas bases de datos a la evaluación de la producción científica de países en desarrollo,

como lo es Colombia, considerando que *Web of Science*® y *SciVerse Scopus*® no son las herramientas que mejor reflejen la producción de este tipo de países y que, igualmente, es someter a comparación objetos de evaluación (en este caso, dominios geográficos) totalmente incomparables. Ello es así, precisamente porque el grado de desarrollo de los países, que determina las características de sus actividades en ciencia y tecnología, hace que, lógicamente, las oportunidades de ser incluidos en esas bases de datos sean muy amplias para unos y mínimas otros. Ante estas objeciones la propuesta es contextualizar el proyecto, entender las características únicas que ofrecen estas herramientas (que a pesar de las limitaciones señaladas, no dejan de ser confiables) y, en cualquier caso, enfocar el ejercicio que se hace, apreciando por sobre todo, el hecho de que, a pesar de todas sus dificultades, la ciencia que se hace en Colombia participa activamente y de manera importante, en la dinámica de la ciencia mundial y genera procesos de interlocución con los mejores.

El período seleccionado, **2003-2010**, obedece a las siguientes razones:

- el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología se creó en Colombia en 1990 y rigió hasta enero de 2009. De este modo, se logra evaluar la dinámica de la producción científica colombiana publicada en la última etapa de este contexto.
- el proyecto que viene ejecutando el Ministerio de Educación Nacional en convenio con el Grupo SCImago, cubre la producción colombiana registrada en la base de datos *SciVerse Scopus*®, durante el período 2003-2008 y también cuenta con la batería de indicadores necesarios para analizar la situación relativa de Colombia, respecto a otros países, gracias a la plataforma *SCImago Journal & Country Rank* y por consiguiente, logra abarcar los resultados de la última etapa del SNCyT.

Una limitación importante está determinada por la dificultad de contar con información confiable y relevante para la aplicación de algunos de los indicadores específicos de la situación de la CT+I en Colombia. Si bien el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT) realiza un gran esfuerzo al respecto, la información nacional realmente depende del trabajo coordinado de todos los actores que conforman el SNCyT, y esa coordinación es débil. Esta problemática es común en América Latina, donde aún no se ha generado la conciencia o la cultura del dato, y no se cuentan con estadísticas e indicadores confiables y actualizados que

sustenten la toma de decisiones y la gestión (De la Vega, 2006). Por esta razón y dadas las inconsistencias que se encuentran en materia de datos de la actividad científica colombiana, en este trabajo se privilegia la información proporcionada por el OCyT y la *Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana- (RICYT)*⁶

Con estas precisiones, en síntesis puede decirse que el estudio se limita a la producción científica colombiana registrada en el índice de citas *SciVerse Scopus®* 2003-2010. Además, se circunscribe a la investigación colombiana publicada en revistas científicas y no así en otros soportes, como por ejemplo, las patentes. Se entiende, por tanto, que no se trata de toda la producción científica colombiana (y, probablemente, ni siquiera gran parte de ella), pero sí de aquella homologada en revistas científicas de prestigio y con visibilidad internacional. De esta manera, constituye la muestra más representativa y visible que tiene el país dentro del circuito de la ciencia mundial.

La delimitación geográfica, se ilustra con los mapas de Colombia y Suramérica de la *Figura 1*.

⁶Esta Red, creada en 1995, viene adelantando numerosas estrategias para fortalecer los sistemas de información requeridos para monitorear las dinámicas que en materia de ciencia, tecnología e innovación se llevan a cabo en las regiones Interamericana e Iberoamericana <http://www.ricyt.edu.ar/>



Figura 1. Mapas de Colombia y Suramérica

1.3. JUSTIFICACIÓN

Como se observará en el Marco Conceptual y de Referencia, durante los últimos años Colombia viene abriendo su camino en el campo de la ciencia y la tecnología, y hoy muestra avances en los diferentes frentes de trabajo que esto compromete, incluyendo los procesos de evaluación de la actividad científica en diferentes dimensiones. Los estudios cuantitativos han formado parte de ello; sin embargo, aunque se encuentran algunos que utilizan la base de datos del *Web of Science*® y cubren amplios períodos de tiempo, el trabajo que aquí se presenta, utiliza la base de datos *SciVerse Scopus*® y aporta elementos adicionales y sustanciales para profundizar en su conocimiento, en la medida en que desarrolla una amplia batería de indicadores, cuantitativos, cualitativos y relacionales, bajo la metodología desarrollada por *SCImago* en torno al proyecto Atlas de la Ciencia. Ella se basa en la propuesta de Hjörland y Albrechtsen sobre Análisis de Dominio, además de técnicas

avanzadas de visualización de la información y el análisis de redes sociales, lo cual ofrece importantes posibilidades para un análisis realmente significativo y detallado, como se explicará más adelante al desarrollar los conceptos enunciados. Así mismo, el trabajo se justifica por la proyección que tendrá en el contexto del **Atlas Colombiano de la Ciencia** llevado a cabo mediante convenio SCImago-Ministerio de Educación y al cual también se articulará el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación - Colciencias. Este contexto permite estructurar un trabajo metodológicamente claro y en constante desarrollo, así como también facilitar parámetros de comparación en el ámbito iberoamericano, donde se aplica con igual enfoque.

En esta línea, el trabajo también cobra mayor relevancia en momentos cuando se emprenden acciones gubernamentales para la generación de espacios de cooperación internacional, especialmente diseñados para fortalecer la educación superior y los sistemas de ciencia, tecnología e innovación:

El **Espacio Iberoamericano del Conocimiento - EIC**⁷, que se expresa como voluntad política en la Declaración de la XV Cumbre Iberoamericana de Jefes de Estado y Gobierno celebrada en Salamanca en 2005 y ratificado luego en la de Montevideo en 2006. Este Espacio se entiende *orientado a la necesaria transformación de la Educación Superior, y articulado en torno a la investigación, el desarrollo y la innovación, condición necesaria para incrementar la productividad brindando mejor calidad y accesibilidad a los bienes y servicios para los pueblos así como la competitividad internacional de la región*. Para tal efecto, se encarga la elaboración de un plan estratégico del EIC y se avanza en su definición al considerarlo como un *“ámbito” en el cual promover la integración regional y fortalecer y fomentar las interacciones y la cooperación para la generación, difusión y transferencia de los conocimientos sobre la base de la complementariedad y el beneficio mutuo, de manera tal que ello genere una mejora de la calidad y pertinencia de la educación superior, la investigación científica e innovación que fundamente un desarrollo sostenible de la región* (Centro Interuniversitario de Desarrollo, 2007). Para hacer realidad el EIC se solicitó el concurso de la Secretaría General Iberoamericana

⁷<http://www.oei.es/espacioiberoamericanodelconocimiento.htm>

(SEGIB), de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) y del Consejo Universitario Iberoamericano (CUIB). En este contexto, también realizan aportes importantes el Centro Interuniversitario de Desarrollo (CINDA) y la Red Iberoamericana de Universidades (UNIVERSIA) al realizar estudios y publicaciones que permiten analizar los antecedentes, situación y perspectivas de la educación superior en Iberoamérica. *“Dichos estudios se conciben como una contribución para el diálogo, el análisis y la proyección hacia el futuro del Espacio Iberoamericano del Conocimiento”* (Centro Interuniversitario de Desarrollo; Universia, 2010).

Con la Unión Europea, también se ha diseñado **EULARINET⁸ (European Union - Latin American Research and Innovation NETWORK)**, un Proyecto de Redes de Trabajo con el propósito de reforzar el diálogo sobre Ciencia y Tecnología (C&T), entre Estados Miembros de la Unión Europea, Estados Asociados, y Países socios de América Latina, entre los cuales está Colombia, que confía su participación en Colciencias.

Dados estos ejemplos de contexto puede decirse que el presente estudio, además de constituir un trabajo que analiza la producción científica colombiana con un amplio alcance y desde un nuevo enfoque, también se justifica por cuanto sus resultados inmediatos representan un aporte significativo para los organismos nacionales responsables de orientar las actividades científicas del país, y una guía para las comunidades y entidades de conocimiento colombianas, interesadas en caracterizar sus propios desarrollos, a la luz de sus pares y otros referentes mayores.

Desde el punto de vista disciplinar, esto es, desde la Ciencia de la Información, también representa una contribución pertinente en la medida en que se trata de un sistema de información complejo, que utiliza los últimos desarrollos en técnicas de visualización y recuperación de información, especialmente aplicados a grandes dominios científicos, y recoge gran número de datos y variables que traduce en indicadores cuantitativos de amplio espectro y utilidad. Desde esta perspectiva ofrece nuevas líneas de investigación y numerosas posibilidades para avanzar en la disciplina y realizar propuestas relevantes para la sociedad del conocimiento.

⁸<http://www.s2lat.eu/eularinet>

1.4. OBJETIVOS

El estudio tiene como **objetivo general** visualizar y caracterizar a nivel macro la estructura intelectual del dominio científico colombiano a partir del conjunto de publicaciones homologadas internacionalmente en la base de datos **SciVerse Scopus®** durante el período 2003-2010, mediante la aplicación de indicadores cuantitativos, la representación gráfica en mapas de la ciencia y el análisis de redes sociales.

Dicha caracterización supone una serie de procesos, cuyo desarrollo hace posible el cumplimiento de unos **objetivos específicos**, cuales son:

- Describir la producción científica colombiana visible internacionalmente en términos de volumen, rendimiento y especialización temática.
- Identificar la visibilidad y el impacto que alcanza esta producción entre la comunidad científica y los niveles de excelencia y liderazgo que también logra.
- Evidenciar los patrones de colaboración científica que establece Colombia en los niveles sectorial, nacional e internacional.
- Revelar la estructura temática de la ciencia colombiana, precisando sus características particulares.
- Conocer la participación de los sectores de producción en el desarrollo de la ciencia nacional y las principales instituciones de investigación.
- Analizar las características de la producción científica colombiana a la luz del contexto socio-económico del país, las especificidades del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y los recursos destinados a Investigación y Desarrollo.
- Presentar la posición relativa de la ciencia colombiana en el contexto internacional, con especial énfasis en el latinoamericano.

1.5. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

En principio, el documento sigue la estructura del método IMRED (Introducción, Material y Método, Resultados y Discusión) recomendado para los trabajos científicos

(Day, 2005). Dado que se trata de una tesis doctoral, se incorpora además un apartado para destacar el Marco Conceptual y de Referencia, y otro para las Líneas Futuras de Investigación.

Como es lógico, los primeros capítulos (numerales 1 y 2) son los encargados de dar el contexto teórico en el que se inscribe la tesis: Una Introducción donde se exponen los intereses académicos a los cuales responde, así como su alcance y limitaciones, además de la justificación y objetivos. Luego, un Marco Conceptual y de Referencia donde se precisa el enfoque desde el cual se ubica el estudio y, por tanto, se explican brevemente los conceptos básicos a los que se adscribe, así como los antecedentes y el contexto específico para el caso de Colombia, todo lo cual determina este trabajo, a la vez que ayuda a explicar los Resultados obtenidos.

A partir del tercer capítulo se da lugar al ejercicio práctico, empezando por el apartado de Materiales y Métodos donde se ponen en claro las fuentes utilizadas, los procesos para la estructuración de la información y demás aspectos metodológicos utilizados para realizar el análisis del dominio científico colombiano desde la perspectiva cuantitativa. Con base en ellos, el cuarto capítulo presenta los Resultados derivados de la aplicación de los indicadores cuantitativos seleccionados para el caso colombiano, a partir de lo registrado en la base de datos *SciVerse Scopus®*. Estos Resultados se presentan bajo cinco perspectivas: Análisis SocioEconómico, Análisis de la Producción Científica, Análisis Temático, Análisis Sectorial y Análisis Institucional. Finalmente, los capítulos cinco y seis, presentan las Discusiones y Conclusiones que sugieren los Resultados, y las Líneas de Investigación Futuras que se desprenden de los mismos.

El trabajo se completa con la bibliografía utilizada y una serie de anexos con los que se quiere presentar en forma detallada los datos incluidos en el texto principal y certificar la fuente de tablas y figuras que se sintetizan en el mismo.

2. MARCO CONCEPTUAL Y DE REFERENCIA

2.1. ENFOQUE GENERAL

Los conceptos fundamentales que sustentan este trabajo configuran un cuerpo teórico armónico, que entrelaza temas de larga trayectoria disciplinar con otros de la más reciente aparición en los escenarios académicos. No obstante, como es propio del conocimiento, se trata de temas sobre los cuales existen diversos conceptos, grados de desarrollo y perspectivas, que generan diferentes corrientes de pensamiento y un debate permanente que contribuye al avance de las disciplinas. Ante la necesidad de tomar una posición para este estudio en particular, la **Figura 2** intenta presentar de manera integrada el entramado de conceptos que sirven de plataforma general para la realización del trabajo, los mismos que se describen brevemente a continuación.

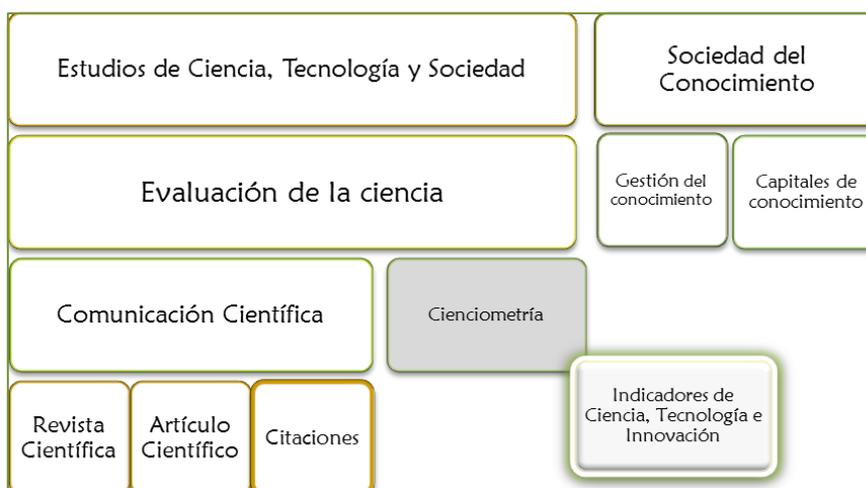


Figura 2. Conceptos fundamentales

En términos actuales, el concepto más amplio en el cual se inscribe este estudio es el también amplísimo y genérico término de **Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad**, comúnmente conocido como Estudios CTS. Dado que constituye un campo de estudio en el que confluyen varias disciplinas, es posible encontrar abordajes desde la historia, la sociología, la psicología, la política y la ciencia de la información, entre muchas otras, y por supuesto, desde las perspectivas interdisciplinarias que ellas generan. Este campo de investigación se configuró como

tal desde la década de 1980 y en él derivaron las diferentes formas de estudiar la ciencia y la actividad científica, desde que ellas surgieron con la epistemología y la filosofía de la ciencia que analiza las prácticas científicas, los contenidos de los conocimientos y sus significados por la sociedad; o la sociología de la ciencia que centra su atención en el análisis de las comunidades científicas y el etos científico (Merton, 1949); o con la teoría de las revoluciones científicas, según la cual no sólo se acumula el conocimiento, sino que se crean paradigmas o nuevas formas de entender el mundo (Kuhn, 1962). Estos y otros muchos legados más, dieron pues, origen al campo de investigación Estudios CTS dedicado a generar teorías, modelos o nociones para entender las normas que guían a los científicos y sus comportamientos en relación con el sistema económico y político de la sociedad capitalista (Cutcliffe, 2003) (Orozco Castro & Chavarro Bohórquez, 2006), y que ahora cobran mayor realce en el contexto de la **Sociedad del Conocimiento**, donde las actividades científicas, tecnológicas y de innovación se asumen como estrategias necesarias para el desarrollo de los países y para obtener ventajas competitivas entre las naciones. En su informe mundial “Hacia las sociedades del conocimiento”, la Unesco (2005) establece una diferencia básica al señalar que la sociedad de la información se fundamenta en los adelantos tecnológicos en materia de comunicación, mientras que las sociedades del conocimiento integran las dimensiones sociales, éticas y políticas que influyen en el desarrollo de la comunicación. El mismo informe explica que este tipo de sociedad se caracteriza por una economía basada en el conocimiento, que si bien aún corresponde al sistema capitalista, consiste en una nueva etapa durante la cual el conocimiento está sustituyendo a la fuerza de trabajo y la riqueza creada se mide más por el nivel general de la ciencia y del progreso de la tecnología, que por el capital físico. De este modo se presenta un doble paradigma: el de lo inmaterial y el de las redes, determinados por la revolución digital y la interconectividad global, respectivamente, donde circulan datos, información y conocimiento.

Este nuevo paradigma ha traído consigo numerosas propuestas teóricas y estratégicas que tienen como objetivo común la identificación, valoración y capitalización de los activos que conforman esta nueva economía y que suelen denominarse como “capitales de conocimiento”, “activos de conocimiento”, “activos intangibles” o

“capital intelectual”. Alrededor de ello se diseñan modelos que buscan categorizar las dimensiones de estos capitales y convertirlas en indicadores operacionales, con el fin de facilitar su gestión (Carrillo, 2005). El desafío para esta gestión es “hallar la manera de generar y aprovechar el conocimiento colectivo en la organización para crear el valor que conduce a la ventaja competitiva” (Zhang, 2007 citado por Gasik, 2011) y por ello la **gestión del conocimiento** brinda el conjunto de “métodos, herramientas, técnicas y valores a través del cual las organizaciones pueden adquirir, desarrollar, evaluar, distribuir, y proporcionar un retorno de su capital intelectual” (van Donk & Riezebos, 2005 citado por Gasik, 2011).

*El **Capital Intelectual** es la combinación de recursos humanos, organizacionales y relacionales de una organización:*

*El **Capital Humano** se define como el conocimiento que está en las personas. Este capital incluye conocimientos, destrezas, experiencias y habilidades de la gente. Parte de este conocimiento es único en un individuo, y parte puede ser genérico.*

*El **Capital Estructural** comprende las rutinas, procedimientos, sistemas, culturas, bases de datos, etc. de la organización.*

*El **Capital Relacional** comprende todos los recursos vinculados a las relaciones externas de la organización. Proyecto Meritum (2002, pág. 23)*

Es obvio el protagonismo de las actividades científicas en la economía del conocimiento y el rol crucial de los sistemas de investigación e innovación en aras de un desarrollo sostenible, porque como se ha dicho, “la riqueza creada se mide cada vez menos por el trabajo en su forma inmediata, mensurable y cuantificable, y depende cada vez más del nivel general de la ciencia y del progreso de la tecnología” (Unesco, 2005). En este contexto, se abre paso el concepto de **Evaluación de la Ciencia y de la Actividad Científica**, en el cual se centra el interés y la razón de realizar este tipo de estudios. Callon, Courtial & Penan(1995) son muy precisos al señalar las razones por las cuales es necesario establecer sistemas de evaluación de la actividad científica. Ellas están básicamente determinadas por la escasa disponibilidad de recursos y la consecuente necesidad de concursar por ellos y, posteriormente, el imperativo de rendir cuentas, en términos de productos (volumen y visibilidad), pertinencia (aportes en el circuito del conocimiento e impacto socioeconómico) y eficacia (utilización de los recursos en relación con los demás ítems).

Los mismos autores identifican tres **Objetos de Evaluación** sobre los cuales indagar productos, pertinencia y eficacia: -los actores de la investigación (los investigadores, bien sea individuos, grupos, laboratorios), -los operadores de la investigación (programas, organismos públicos y etc.) y -los sistemas de investigación en que se inscriben los dos anteriores.

La identificación y análisis de los resultados que produce la actividad científica y tecnológica de cualquiera de estos objetos de evaluación, constituyen elementos de juicio válidos para los procesos de seguimiento y toma de decisiones en materia de políticas de ciencia, tecnología e innovación, y son referentes significativos de su desarrollo en el orden económico internacional. Dentro de esos resultados, aquellos que se materializan en publicaciones, informes, patentes y documentación científica, en general, permiten de manera especial, contar con un soporte sólido, pues es validado por la misma comunidad científica que lo produce.

Esa validación se ha ganado por las reglas de juego tanto tácitas como formales que se han ido estableciendo desde el siglo XIX cuando se publican las primeras revistas científicas. De hecho, se reconoce ya la **Comunicación Científica** como la *“Disciplina que abarca desde la idea original de un científico, que lo impulsa a la realización de la investigación cumpliendo todas las etapas metodológicas, hasta la presentación de los resultados a su respectiva comunidad científica, para su aprobación, críticas y citas por otros investigadores”* [Ziman citado por Suaiden (2008)]

Bajo esta perspectiva, los ejercicios de evaluación de la ciencia y de la actividad científica, generalmente se realizan teniendo en cuenta la Comunicación Científica en su expresión más tangible que son las publicaciones científicas, siendo la principal la **Revista Científica** y, en particular, el **Artículo Científico**. Juntos, representan hasta ahora uno de los abordajes más aceptados y confiables para analizar esas prácticas, puesto que tienen como fundamento un circuito claramente concertado a nivel mundial en el que participan Investigadores, Instituciones de Investigación, Editores, Árbitros y Publicaciones. Su característica sustancial es el **peer review** (o revisión por pares o arbitraje de pares), un proceso crucial sobre el que suele descargarse todo el peso del andamiaje y, aun la calidad del mismo, pese a numerosas críticas (Moed, 2005, págs. 229-233) (Spinak, 1996, págs. 22-24). El

sistema *peer review* confía a expertos en la materia, los artículos que son sometidos a consideración de una Revista Científica, a fin de examinarlos y dictaminar sus posibilidades de ser publicados teniendo en cuenta los criterios previamente fijados por la política editorial de la misma Revista. Dado lo crucial de este sistema, es también objeto de numerosos estudios (Great Britain. Parliament. House of Commons, 2011).

Maltrás Barba (2003) es uno de los autores que expone con gran detalle los fundamentos del sistema de publicación científica, así como su origen, y lo que el mismo significa tanto en términos de reconocimiento y prestigio para los investigadores, como mecanismo de acumulación de conocimiento y memoria histórica para la humanidad. Explica cómo los científicos vencieron su temor de hacer públicos los resultados de sus investigaciones, ante el argumento dado por los primeros editores de revistas científicas en el sentido de que así podrían proteger la prioridad de sus trabajos, y por tanto, estarían asegurando su originalidad y obteniendo el consecuente reconocimiento.

Los términos “reconocimiento” y “prestigio” forman parte del lenguaje técnico de la especialidad y tienen su origen en las teorías de la sociología de la ciencia de Merton, que también Maltrás Barba (2003, págs. 26-27) explica de la siguiente manera:

“El reconocimiento se entiende entonces como el testimonio social, público, de adecuación a las normas, el símbolo manifiesto de haber hecho bien la tarea. [...] Este reconocimiento, la valoración pública por las contribuciones a la ciencia, se puede acumular, por así decirlo, y se traduce en el logro de un nivel de prestigio o, en otras palabras, en la construcción de una reputación. [...] Así, dependiendo del prestigio alcanzado, un científico cualquiera, será considerado eminente, excelente, bueno, normal o mediocre.”

Como se verá más adelante, estos atributos igualmente determinan a las Revistas Científicas, entre las cuales existe un interés permanente por ganarse un prestigio, a partir del sistema de citas que capte en torno suyo.

Las **Revistas Científicas**, entonces, se convierten en el canal de confianza para publicar los avances o resultados, originales e inéditos, de las investigaciones realizadas con el método científico. Si bien existen otros medios formales e informales para este propósito, las revistas son el principal canal para el registro

oficial, válido y público de la ciencia, aun cuando varíen los formatos en que se presentan o ellas adopten nuevas características conforme avanzan las tecnologías de la información y la comunicación. Adicionalmente, se han constituido en una institución social que confiere prestigio y otorga recompensa a quienes participan de su creación y mantenimiento, pues sirven de medio para la evaluación de las trayectorias profesionales y sociales de los científicos, así como para evaluar los proyectos que compiten por recursos (Delgado López-Cózar, Ruíz Pérez, & Jiménez Contreras, 2006). De hecho, conforman uno de los objetos más relevantes para el análisis bibliométrico, en la medida en que delimitan un conjunto de documentos válidos para la evaluación, proporcionan los criterios para su distribución temática, la identificación de referentes apropiados y la indagación sobre su calidad (Maltrás Barba, 2003, pág. 97).

Pese a las críticas que también suscitan, hoy por hoy las Revistas Científicas representan

“un instrumento clave en la organización, vertebración e institucionalización social de una disciplina o área de conocimiento. Constituyen el reflejo más o menos (de)formado del funcionamiento general de las ciencias, de sus instituciones, de sus investigadores, pero también de la relación que cada disciplina mantiene consigo misma, con las demás disciplinas y con la sociedad. Son un elemento constitutivo de la producción y reproducción del conocimiento” (Delgado López-Cózar, Ruíz Pérez, & Jiménez Contreras, 2006, pág. 10)

Ahora bien, las Revistas Científicas están conformadas por un variado tipo de documentos, entre los cuales figuran **artículos**, **revisiones**, **notas**, **cartas**, actas de reuniones, correcciones, críticas, editoriales, noticias y reseñas. Aunque los cuatro primeros se destacan por ser los ítems citables, el documento por excelencia es el **Artículo Científico**. Para Day (2005, pág. 8) no es suficiente decir que *“un artículo científico es un informe escrito y publicado que describe resultados originales de investigación”*, porque lo que lo hace especial, es justamente la forma como es escrito y publicado, siguiendo *“pautas trazadas por tres siglos de tradiciones cambiantes, práctica editorial, ética científica e influencia recíproca de los procedimientos de impresión y publicación”*. Un rasgo característico y determinante del artículo científico para Day es el mecanismo que le da origen y que este autor denomina *“la publicación válida”*, lo cual incluye considerar que el medio sea el apropiado. Obviamente, este medio es la Revista Científica.

En torno al Artículo Científico, se elaboran normas internacionales y manuales de estilo según las disciplinas, con la intención de establecer códigos que faciliten la comunicación científica. En general, se acepta el método IMRYD (**I**ntroducción; **M**aterial y **M**étodo, **R**esultados **Y** **D**iscusión) como la mejor manera de estructurar el texto principal y brindar uniformidad, concisión y comprensión al proceso de publicar los resultados de investigación. El método IMRYD se corresponde con las etapas del método científico y fue establecido en 1972 por la American Standard National Institute para la presentación de artículos y otro tipo de publicaciones científicas (Camps, 2007) (Day, 2005). Además de los puntos señalados por este método, también forman parte de la estructura típica de un artículo científico, los siguientes elementos bibliográficos: el título, los autores y su respectiva afiliación institucional, el resumen, las palabras clave, las tablas y figuras, y la lista de referencias bibliográficas. Para cada uno de estos elementos, también existen recomendaciones y normas de presentación, según áreas de conocimiento y disciplinas, que tienen el interés de hacer comprender su alcance y la importancia estratégica que reviste su cuidadoso registro puesto que ellos inciden en la calidad editorial de la Revista, su visibilidad en las bases de datos internacionales y su utilidad en los estudios bibliométricos.

Entre los elementos antes mencionados, se destacan las firmas de los autores y su afiliación institucional porque ellos permiten la elaboración de estudios bibliométricos sobre la producción científica de investigadores, instituciones y países. Pero son las **Referencias Bibliográficas** las que dan cuenta del efecto acumulativo de la ciencia y revelan la red social subyacente en la dinámica de la comunicación científica, dando lugar al **Análisis de Citaciones** como una metodología que *involucra la construcción y aplicación de una serie indicadores de “impacto”, “influencia” o “calidad” del trabajo académico, derivados de las referencias citadas en pies de página o bibliografías de las publicaciones de investigación académica* (Moed, 2005, pág. ix). En este sentido, Vega Almeida, Fernández Molina, & Moya Anegón (2011) remiten a Small (1973) para explicar la teoría según la cual, los elementos bibliográficos de los documentos citados se pueden tomar como sustitutos de las ideas, conceptos e hipótesis contenidos en los propios documentos, tal y como la co-ocurrencia de palabras en múltiples artículos

refleja la conexión lógica entre ellas. De ahí que para estos autores, el método de **cocitación** “*asume la literatura científica y, particularmente, su aparato referencial como configurador y reflejo de los patrones de comportamiento de la comunidad disciplinaria*” (pág. 17) y puede ser aplicado a palabras, documentos, autores, revistas, y categorías temáticas; ésta última derivada de las mismas revistas citadas y utilizada para la representación de la estructura científica de un dominio del conocimiento.

Teniendo en cuenta lo expuesto hasta el momento, es necesario recordar que el hilo conductor son los Estudios CTS mencionados al inicio de este apartado. Mónica Salazar (2006) se refiere a los estudios cualitativos, cuantitativos y de orientación política, como los tres enfoques desde los cuales se pueden abordar los Estudios CTS y cómo la **cienciometría** los articula en la medida en que constituye una metodología que cubre áreas de investigación de diferente orden y los datos y análisis que produce son relevantes para todos los enfoques.

La misma autora trae a colación las palabras de Spiegel-Rosing (1977) quien al respecto dice:

“la cientometría no está caracterizada por su enfoque en algún problema en particular, sino básicamente por la metodología que usa, esto es el uso de indicadores cuantitativos. Cientometría cubre áreas de investigación tradicional tanto en CT&S [Ciencia, Tecnología y Sociedad] como en PC&T [Políticas de Ciencia y Tecnología], y los datos y análisis que produce son relevantes para los dos campos. En este sentido, la cientometría actúa de alguna manera de puente entre los estudios cualitativos y los orientados a política”.

Así la **Cienciometría** se constituye en un eje crucial entre los fundamentos de este trabajo. Sus orígenes, alcance y características están ampliamente documentados y explicados en la literatura especializada, sobre la cual se hace una completa revisión en las tesis doctorales de algunos integrantes del Grupo SCImago que anteceden a la presente (Chinchilla Rodríguez, 2005) (Vargas Quesada, 2005) (Corera Álvarez, 2006) (Miguel, 2008) (Torres Reyes, 2009) (Arencibia Jorge, 2010) (Ríos Gómez, 2010) (Santa, 2011). Una fuente que se destaca entre la literatura especializada y que da cuenta del campo de acción de esta disciplina y de su permanente evolución y consolidación es la revista *Scientometrics: an international journal for all quantitative aspects of the science of science, communication in science and science policy*.

Entre las diferentes acepciones que se encuentran, muchas veces explicadas con referencia a términos como bibliometría, informetría, cibermetría y estudios métricos de la información, para efectos de este trabajo se asumirá la presentada por Spinak (1996):

La cienciometría aplica técnicas bibliométricas a la ciencia. El término ciencia se refiere a las ciencias físicas y naturales, así como a las ciencias sociales. Pero la cienciometría va más allá de las técnicas bibliométricas pues también examina el desarrollo y las políticas científicas. [...] Los temas que interesan a la cienciometría incluyen el crecimiento cuantitativo de la ciencia, el desarrollo de las disciplinas y subdisciplinas, la relación entre ciencia y tecnología, la obsolescencia de los paradigmas científicos, la estructura de la comunicación entre los científicos, la productividad y creatividad de los investigadores, las relaciones entre el desarrollo científico y el crecimiento económico, etc. La cienciometría usa técnicas matemáticas y el análisis estadístico para investigar las características de la investigación científica. Puede considerarse como un instrumento de la sociología de la ciencia [...], aunque se vincula con otras unidades de análisis del conocimiento científico en una relación de varias dimensiones de acuerdo al diagrama [elaborado] por Leyderdorff, 1989.

De este diagrama se elabora una nueva versión (Leydesdorff, 2001), que se presenta en la **Figura 3**, en la cual se actualiza el enfoque al cambiar los nombres de Sociología de la Ciencia por Sociología del Conocimiento Científico y el de Ciencias de la Información por Teorías de la Información y la Comunicación:

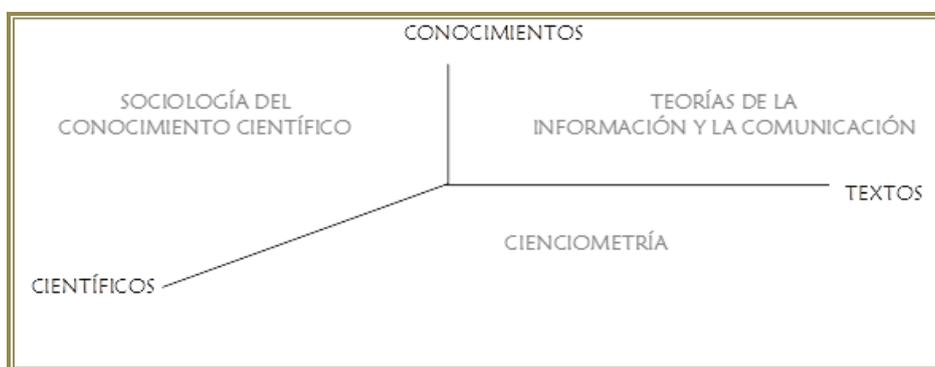


Figura 3. El estudio de las ciencias como un problema multidisciplinario
Tomado de: (Leydesdorff, 2001)

Entre las aplicaciones se destacan las siguientes (Prat, 2008):

- *Historia de la ciencia.* Contribuye al estudio del desarrollo de disciplinas científicas a partir de los resultados obtenidos por los investigadores. Permite trazar correlaciones entre disciplinas y estudiar su influencia en el desarrollo de cada una de ellas, etc.
- *Sociología de la ciencia.* Entrega información acerca de las comunidades científicas, su estructura en una sociedad determinada, sus motivaciones, comportamiento, organización, creación de redes, influencia entre comunidades, relaciones institucionales, etc.
- *Bibliotecología y gestión de información.* Es útil para determinar las colecciones núcleo de una biblioteca institucional o de una disciplina dada. Se utiliza también

para el manejo de colecciones (determinación de cantidad de periódicos que se requieren para cubrir el 50%, el 80% o el 90% de un área científica), la generación de bases de datos etc.

- *Política científica. Permite producir indicadores que sirvan en la medición de la producción, productividad y calidad científica, necesaria para evaluar y orientar programas nacionales de C+T+i. Éste es actualmente el campo de aplicación más importante, donde se destacan los estudios y análisis comparativos del desempeño científico en todos sus niveles.*

Para dar cuenta de los aspectos cuantitativos de la ciencia como disciplina o actividad económica, la cienciometría utiliza técnicas métricas, cuyo insumo básico son los **indicadores de ciencia, tecnología e innovación**.

“Un indicador es una medida de resumen, de preferencia estadística, referida a la cantidad o magnitud de un conjunto de parámetros o atributos. Permite ubicar o clasificar las unidades de análisis con respecto al concepto o conjunto de variables o atributos que se están analizando y sobre ellos se realiza un trabajo permanente enfocado a normalizar su diseño y aplicación, con el fin de garantizar que los estudios en ciencia y tecnología permitan análisis comparativos e interpretaciones en perspectiva, pues sólo así adquieren su validez y sentido real.”(De la Vega, 2006)

Un concepto que Van Raan (2004, pág. 20) precisa al expresar *“In this perspective, quantitative measures of science, ‘indicators’, are guides to find and, as a crucial next step, to understand such basic features. The most basic feature concerns the cognitive dimension: the development of content and structure of science”*

En torno a los indicadores existe una serie de manuales que recoge el trabajo coordinado de organismos internacionales interesados en analizar el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación en el mundo, y expresan el consenso de distintos organismos nacionales de ciencia y tecnología que participan de esta dinámica y la incorporan en sus propios ámbitos de acción. También son adoptados por redes temáticas relacionadas, como es la Red Interamericana e Iberoamericana de Indicadores en Ciencia y Tecnología - RICYT, que en el ámbito internacional trabaja en coordinación con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE y, en Colombia, con el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología - OCYT. Además de participar activamente en programas académicos impulsados por la RICYT, el Observatorio le sirve de fuente de información en el sector sobre Colombia, en la medida en que es la instancia responsable de *investigar sobre el estado y las dinámicas de Ciencia, Tecnología e Innovación, producir indicadores, informar y transferir metodologías de medición a los diferentes actores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología- SNCyT.*

De acuerdo con la RICYT (2011), los manuales disponibles actualmente son:

- *Manual de Oslo: Guía para la recolección e interpretación de datos sobre innovación.*
- *Manual de Bogotá: Ídem Oslo pero con especificidades para países en desarrollo*
- *Manual de Frascati: Guía para la recolección e interpretación de datos sobre I+D (Investigación y Desarrollo Experimental).*
- *Manual de Canberra: Guía para la recolección e interpretación de datos sobre Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología.*
- *Manual de Balance de Pagos Tecnológico: Provee de un método estándar para las encuestas y recolección de datos de comercio de tecnología desincorporada*
- *Manual de Patentes: Provee información sobre patentes usados en la medición de la ciencia y la tecnología, la construcción de indicadores de actividad tecnológica, también guías para la compilación e interpretación de datos sobre patentes.*
- *Manual de Lisboa: Manual o Guía de procedimientos, que aborde de manera integral las cuestiones referidas a qué, quién y cómo medir la Sociedad de la Información, así como un conjunto de recomendaciones para la interpretación y análisis de los indicadores que se elaboren*
- *Manual de Santiago: Metodología para la medición de la intensidad y descripción de las características de la internacionalización de la ciencia y la tecnología.*
- *Manual de Buenos Aires: Indicadores de Carreras de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología en Iberoamérica (actualmente en elaboración)*
- *Manual de Antigua: Indicadores de Percepción Pública de la Ciencia (en elaboración)*

Pensando en la dificultad que representa para los países en desarrollo obtener indicadores que sean internacionalmente comparables a la vez que plasmen sus características específicas, el Instituto de Estadística de la Unesco (2010) elaboró el manual “*Medición de la Investigación y el Desarrollo (I+D): desafíos enfrentados por los países en desarrollo*”, con el objetivo orientar a estos países sobre cómo aplicar las normas propuestas en el Manual de Frascati para la medición de la I+D en sus propios contextos. Este trabajo sentó las bases para lo que luego fue aprobado por la OCDE como *Anexo al Manual de Frascati* (OECD, 2012).

Lo que sí llama la atención es que no exista un manual dedicado a la bibliometría, teniendo en cuenta que justamente los indicadores bibliométricos constituyen un conjunto importante para la evaluación de la investigación desde la perspectiva cuantitativa. Al respecto Sancho (2001) aclara:

La antigua idea de crear un Manual sobre Bibliometría ha sido abandonada al encontrar una fuerte oposición en algunos países, debido, fundamentalmente, a los problemas de la fuente utilizada universalmente para obtener los datos de publicaciones e impacto (Science Citation Index), la cual, por sus importantes limitaciones, no puede ser considerada apta para asegurar una adecuada comparación internacional, sobre todo para países no anglosajones y periféricos. [...]. Sin embargo, la OCDE ha desarrollado unas instrucciones para el uso de la Bibliometría como indicador de ciencia y tecnología, que cubre tanto literatura científica como patentes.

Estas instrucciones tienen por título *Bibliometric Indicators and Analysis of Research Systems: Methods and Examples* (Okubo, 1997) que constituye un texto básico. Ante la ausencia de directrices oficiales internacionales para la elaboración de estudios bibliométricos o su inclusión como indicadores de ciencia y tecnología, han sido los grupos de investigación de universidades, observatorios de CT+I, firmas consultoras y redes temáticas especializadas, fundamentalmente, las que han producido lineamientos al respecto. Para el contexto regional, la RICYT ha liderado un trabajo constante para promover el estudio, elaboración y aplicación de indicadores ajustados a las condiciones particulares sin perder de vista la perspectiva global. Por su parte, el Banco Interamericano de Desarrollo - BID impulsa el proyecto "*Fortalecimiento del sistema de información sobre la red interamericana de ciencia, tecnología e innovación*", y dentro del mismo, un trabajo tendiente a la "*Capacitación y asistencia técnica para la mejora en la recolección y análisis de indicadores de ciencia, tecnología e innovación en países de América Latina y el Caribe*", bajo la coordinación de Mario Albornoz. Uno de los productos de este proyecto es una serie de manuales de capacitación con los que busca contribuir a la generación de una masa crítica de profesionales entrenados para relevar información y construir indicadores confiables. También busca mejorar la cobertura de estos indicadores en la región mediante la creación o la consolidación de sus capacidades, con la certeza de que tales indicadores son indispensables para precisar las variables bajo las cuales operar la política de CT+I (Prat, 2008; De la Vega, 2006).

Si bien el número de indicadores de CT+I crece en progresión geométrica (Sancho, 2001), finalmente ellos obedecen a dos grandes grupos, según la concepción que se tenga de la ciencia (Callon, Courtial, & Penan, 1995):

- **Indicadores de Actividad:** Si la ciencia se entiende como una actividad productiva normal, con campos identificables a priori y fronteras que se modifican a largo plazo, entonces ella se analiza desde la matriz insumo-producto, donde lo importante son los volúmenes y la valoración de rendimientos; por tanto, todo análisis se realiza en función de los recursos utilizados (financiación, investigadores, instituciones y equipamiento)

respecto a los productos logrados en publicaciones, patentes, instrumentos, etc. y su respectivo impacto.

- **Indicadores de Relación:** Si, en cambio, la ciencia se concibe desde un modelo relacional, la atención está puesta en los vínculos e interacciones que se producen entre investigadores, campos y sectores, con el propósito de indagar sobre los contenidos de las actividades y su evolución, y detectar las fronteras inestables en las que ellos se mueven. Aquí, lo importante es la dinámica de la comunicación científica y las redes que subyacen en ella (bien sea de investigadores, grupos e instituciones o de las mismas revistas científicas y sus categorías temáticas). Para ello se basan en el método de Análisis de Citaciones que intentan revelar la dimensión cualitativa de la producción científica.

Bajo la primera perspectiva, los Indicadores de Actividad se clasifican en dos categorías:

- los **indicadores socio-económicos** (insumos) que revelan el contexto y las condiciones bajo las cuales se llevan a cabo las actividades de CT+I, a partir del análisis de recursos tales como financiación, investigadores, instituciones y equipamiento.
- los **indicadores bibliométricos** (productos), que utilizan los datos bibliográficos de las publicaciones científicas para estimar el número y distribución de los documentos, la productividad de los científicos y el cómputo de citas. Con base en ellos es posible identificar, entre otros, el crecimiento de cualquier campo de la ciencia; el surgimiento de nuevos frentes de investigación; el envejecimiento de los campos científicos; la evolución cronológica de la producción científica; la producción, productividad y eficiencia de los autores, instituciones o países; el impacto o visibilidad de las publicaciones dentro de la comunidad científica internacional; el peso relativo de un país o de un conjunto de países en la producción científica mundial; el análisis y evaluación de las fuentes que divulgan los trabajos (Sancho, 1990) (Prat, 2008).

Desde la perspectiva de los **Indicadores de Relación**, suelen distinguirse dos tipos (Callon, Courtial, & Penan, 1995):

- **Indicadores Relacionales de Primera Generación:** Se limitan a identificar los vínculos e interacciones de la comunidad científica, a partir de las firmas conjuntas de los artículos, las redes de citas (incluyendo las que se configuran entre revistas), y las citas conjuntas o cocitaciones; es decir, a partir de los datos bibliográficos que incluyen sin tener en cuenta el contenido de los artículos. No obstante, ello basta para revelar las redes internacionales de cooperación; las relaciones empresa-universidad; las redes de dependencia o de influencia entre sistemas nacionales de investigación; la red de investigación en la que se inscribe un investigador o equipo de investigadores; la creación, evolución y reorganización de los campos de investigación; el contenido de las temáticas de investigación; la identificación de frentes de investigación.
- **Indicadores Relacionales de Segunda Generación:** Se construyen a partir de la información presente en el título, el resumen o en el propio texto del artículo; es decir, indagan en el contenido mismo de los documentos a fin de identificar sus temáticas. El más conocido de estos indicadores es el elaborado a partir del estudio de la aparición conjunta de palabras (indicador de co-ocurrencia o co-palabras), asumiendo que *“un texto científico o técnico moviliza nociones que comparte con otros textos”* (pág. 72). Permite identificar temas o problemas de investigación, las relaciones entre los temas de investigación, la transformación de los temas y de sus relaciones (análisis dinámico).

Algunos autores como Guzmán-Sánchez & Sotolongo-Aguilar (2002), incluyen un tercer grupo:

- **Indicadores Relacionales de Tercera Generación.** Derivados de técnicas relacionadas con la inteligencia artificial, que permiten configurar redes neuronales a partir de la clasificación de la información, la conformación de clusters y su representación en mapas bidimensionales de conceptos. *“Una red neuronal, según Félix de Moya es un sistema de procesamiento de información*

compuesto por un gran número de elementos de procesamientos (neuronas) profusamente interconectados mediante canales de comunicación a la recuperación de la información” (Guzmán-Sánchez & Sotolongo-Aguilar, 2002).

En definitiva, en medio de todas las propuestas que se hallan en la literatura, pueden distinguirse tres tipos de indicadores cuantitativos, según la estructura utilizada por el Grupo SCImago en sus reportes (De-Moya-Anegón, Chinchilla-Rodríguez, Corera-Álvarez, González-Molina, & Vargas-Quesada, 2011, págs. 151-154)

- **Indicadores para medir la dimensión cuantitativa de la producción científica**, basados en recuentos de publicaciones; una operación aparentemente simple, pero que en realidad está sujeta a numerosas variables conceptuales y metodológicas (Maltrás Barba, 2003, págs. 120-168). En esta categoría, se valora un mayor número de trabajos publicados en circunstancias comparativas equivalentes y teniendo en cuenta tres perspectivas: la cantidad de conocimiento generado representado en número de publicaciones y su aporte porcentual respecto al total de trabajos diferentes producidos; la evolución de la investigación en el tiempo; la actividad relativa de las áreas temáticas y su nivel de especialización.
- **Indicadores para medir la dimensión cualitativa de la producción científica**, basada en el análisis de citas. Se asimila con lo cualitativo al considerar que la cita bibliográfica que recibe un trabajo científico puede entenderse como la repercusión que ha tenido entre su comunidad científica, en términos de visibilidad e impacto⁹.
- **Indicadores para el análisis relacional y estructural**, basados en el principio de la co-ocurrencia. Cuando se aplica a los elementos de la publicación que dan cuenta de sus contenidos informativos, se logran medir las relaciones estructurales temáticas. Cuando se aplica a los actores de la investigación, se logra medir la colaboración científica e identificar las redes en las que ellos participan.

⁹No obstante su propósito de indagar por la calidad, en términos de visibilidad e impacto, estos indicadores también se generan a partir de datos cuantitativos, y esto ha sido una discusión presente y latente en la literatura especializada, como por ejemplo, en Callon, Courtial & Penan (1995), Maltrás (2003), Moed (2005).

En general, estos indicadores incluyen tres tipos de mediciones: absolutas, relativas y ponderadas. Las **absolutas** se presentan en términos de conteos simples (por ejemplo: número total de artículos en un año). Las **relativas** se definen en función de otra medida (por ejemplo, número de citas por artículo vs. número de citas en una disciplina). Y las **ponderadas** resultan del promedio relativo de un grupo de elementos que tienen desigual importancia relativa dentro de su conjunto (por ejemplo, el factor de impacto ponderado, dadas las particularidades de las disciplinas).

De igual forma, los indicadores pueden aplicarse atendiendo a series cronológicas, o como medidas de distribución. Y de acuerdo con el alcance de estudio, los indicadores pueden estar referidos a investigadores, grupos de investigación, o títulos de revistas (nivel micro); a instituciones o grupos temáticos (nivel meso); o a países, regiones o toda una disciplina (nivel macro).

Todas las anteriores categorías han dado lugar a varias propuestas de clasificación de los indicadores cuantitativos, como bien las presenta Arencibia (2010, pág. 30), al igual que un panorama general (págs. 31-32) sobre las propuestas para el diseño y perfeccionamiento de indicadores cuantitativos que se vienen haciendo desde finales de la década de 1990 y que apuntan al replanteamiento y utilización de indicadores relativos más eficaces; la utilización de nuevas técnicas de análisis y visualización de dominios científicos; la extensión de los estudios métricos a las patentes de invención y a los entornos web; el uso de los índices de citas para la evaluación de las Ciencias Sociales y Humanidades donde las monografías priman en el sistema de comunicación científica; los efectos negativos de los rankings de científicos e instituciones sobre las políticas científicas y la aplicación de los indicadores basados en los índices de citación del ISI para la evaluación de la ciencia en los países menos desarrollados, así como los problemas relacionados con la identificación, recuperación y posterior normalización de los nombres de origen hispano o la filiación institucional.

Como se observa, los indicadores en CT+I son un tema de estudio permanente, que inevitablemente exige la atención de todos los países, dada su importancia

estratégica y los acuerdos metodológicos requeridos para su efectiva validez y comparabilidad. No obstante, hay quienes aseveran que si bien los indicadores “se caracterizan por ser iniciativas de medición esenciales para actividades de diagnóstico, planeación y evaluación, e instrumentos imprescindibles para la toma de decisiones y la formulación de políticas en CTI [...], tales sistemas de indicadores se enmarcan en el paradigma del producto” (Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría de Investigación, 2009). Por ello proponen la valoración de las actividades de investigación desde el paradigma de las capacidades que está directamente asociado a teorías conocidas como gestión del conocimiento, capitales de conocimiento o capital intelectual, ya mencionadas al inicio de este apartado.

2.2. ENFOQUE ESPECÍFICO

Inscrito en los referentes generales expuestos, este estudio también se sitúa en el enfoque específico que viene configurando el Grupo SCImago desde finales de la década de 1990, en función de su labor investigativa en cienciometría y de su principal proyecto: el Atlas de la Ciencia. La **Figura 4** enseña los conceptos básicos en los que se fundamenta esta propuesta (De-Moya-Anegón, y otros, 2006) y de los cuales se ha nutrido, representando un aporte claro y coherente que también lo convalida como enfoque sólido para el análisis de dominios científicos. Con este cuerpo conceptual, unido al metodológico que se presenta en la **Figura 5**, el Grupo logra un sello particular y unos aportes especiales tanto a los procesos de evaluación de la ciencia y la actividad científica, como a la cienciometría misma. Énfasis particular tienen aquí las técnicas de visualización y representación del conocimiento, área de especial interés que caracteriza a este grupo de investigación.

La expresión **Atlas de la Ciencia** es utilizada en el campo de la documentación para dar a entender que se trata de un conjunto de mapas de la ciencia o cienciogramas elaborados a partir de información bibliométrica, con la intención de representar gráficamente un dominio de conocimiento y facilitar así su visualización. Esta visualización incluye estructuras temáticas y redes sociales, y tuvo su origen a partir del concepto del *Big Picture* cuya historia refiere el Grupo SCImago al presentar su propuesta de cocitación de categorías ISI como una nueva técnica para la

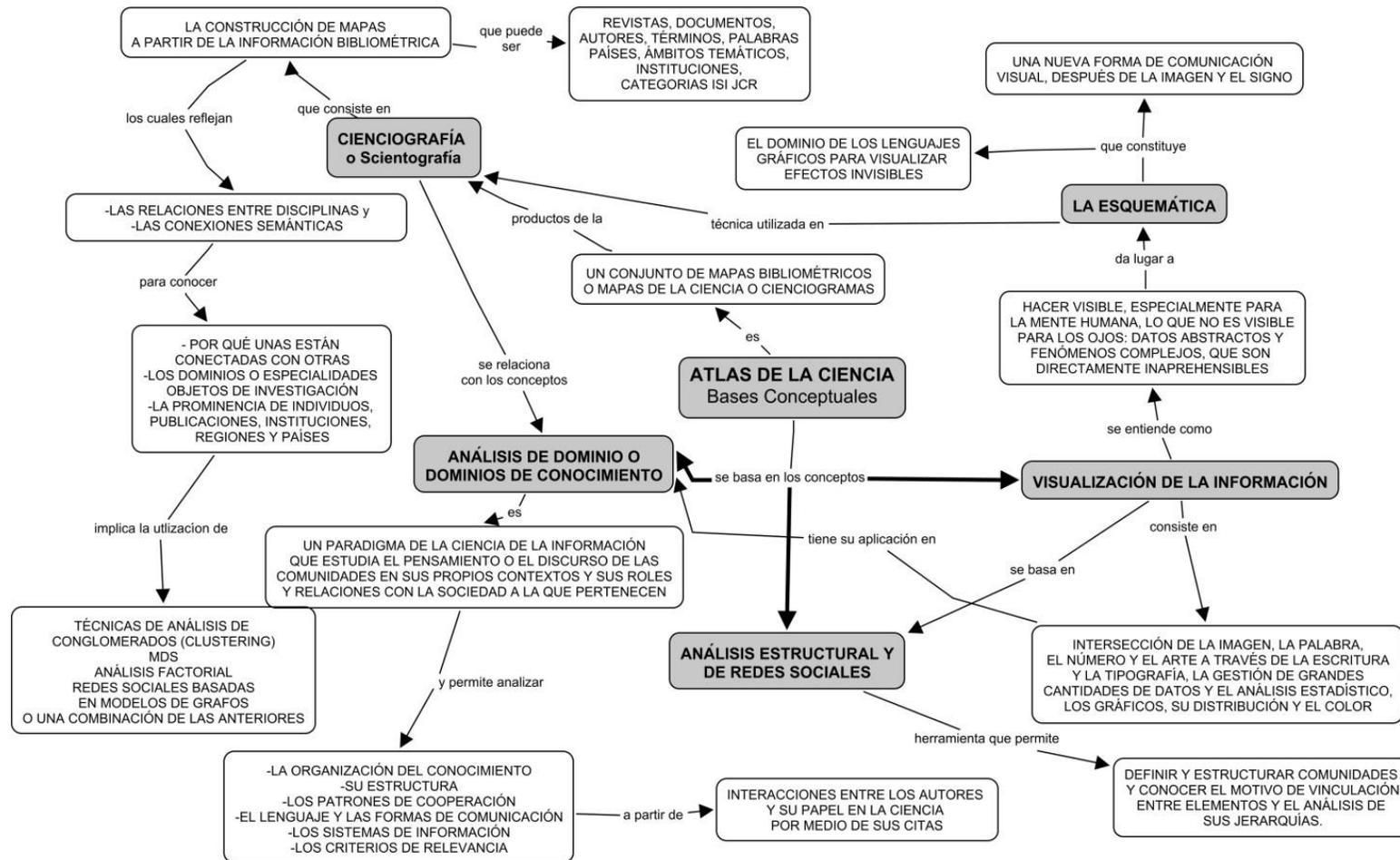
construcción de mapas de grandes dominios científicos (De-Moya-Anegón, Vargas-Quesada, Herrero-Solana, Chinchilla-Rodríguez, Corera-Álvarez, & Muñoz-Fernández, 2004).

Para lograrlo, el Atlas de la Ciencia toma elementos de la esquemática, la cartografía y la visualización de la información como técnicas que permiten la representación gráfica del conocimiento. Potenciadas y avanzando al ritmo de las tecnologías de la información y la comunicación, hacen hoy posible el manejo de millones de datos bibliográficos y su disposición en gráficos capaces de representarlos de manera compacta, inteligible y, si se quiere, interactiva ((Vargas-Quesada & De-Moya-Anegón, Visualizing the structure of science, 2007) (Vargas-Quesada, Chinchilla-Rodríguez, González-Molina, & De-Moya-Anegón, 2010) (Chinchilla-Rodríguez, Vargas-Quesada, Hassan-Montero, González-Molina, & De-Moya-Anegón, 2010). Como frente de investigación, la visualización supone para la Ciencia de la Información, la oportunidad de elaborar interfaces y representaciones del conocimiento verdaderamente útiles, prácticas y significativas para los usuarios de la información.

Por otra parte, el Análisis de Dominio Científico y el Análisis Estructural y de Redes, sirven como modelos desde los cuales interpretar esas mismas representaciones de la ciencia. El **Análisis de Dominio** es considerado un paradigma dentro de la Ciencia de la Información, en la medida en que ha llamado la atención sobre la naturaleza social de esta disciplina y, por tanto, sobre la conveniencia de analizar los dominios de conocimiento desde el pensamiento o discurso de las comunidades donde ellos se originan; es decir, desde su propio contexto y de manera holística, identificando sus claves particulares y específicas a fin de ser objetivos con esa información y aprovechar al máximo lo que ella revela. Este paradigma se debe a Birger Hjørland y Hanne Albrechtsen (1995), y fue posteriormente complementado por Hjørland (2002) al precisar once enfoques desde los cuales estudiar un dominio cognitivo o institucional, y lograr una imagen completa y objetiva del mismo.

El **Análisis Estructural y de Redes** forma parte del entramado en que SCImago cimienta su trabajo, en la medida en que proporciona las pautas para realizar una lectura amplia y profunda sobre la estructura científica que revelan los mapas de la

ciencia. Tales pautas tienen que ver con la teoría de grafos y el sociograma como representación gráfica de una matriz de datos, a partir de la cual puede brindarse información estructural de la red, destacar la relevancia de los distintos actores que



Elaboración propia. FUENTE: MOYA-ANEGÓN, F. de; VARGAS-QUESADA, Benjamin; CHINCHILLA-RODRÍGUEZ, Zaida; CORERA-ÁLVAREZ, Elena; MOLINA-GONZÁLEZ, Antonio; MUÑOZ-FERNÁNDEZ, Francisco J.; HERRERO-SOLANA, Víctor. (2006).

Figura 4. Bases conceptuales del proyecto Atlas de la Ciencia

la conforman, obtener los patrones de conexiones sociales que enlazan conjuntos de actores y detectar así grupos sociales (interrelación de actores) o las posiciones de los actores en la red (detección de actores estructuralmente similares) (Perianes-Rodríguez, Olmeda-Gómez, & De-Moya-Anegón, 2008). El énfasis está puesto en el *estudio de las relaciones específicas entre una serie definida de elementos (personas, grupos, organizaciones, países e incluso, acontecimientos)*. Además de los actores y sus vínculos, las *variables atributivas* forman parte del análisis, porque son ellas las que ayudan a explicar las relaciones presentes en la red. (Molina, 2001)

La **Figura 5** ilustra la metodología que originalmente diseñó el Grupo SCImago en su proyecto Atlas de la Ciencia Iberoamericana, para el cual utilizó información de **Web of Science®** con el fin de demostrar la posibilidad de realizar mapas de la ciencia a partir de las cocitaciones de clases y categorías ISI. Básicamente es la misma metodología que aplica actualmente para el proyecto Atlas de la Ciencia Global, para el que emplea datos **SciVerse Scopus®**, aunque varían las plataformas tecnológicas utilizadas en cada caso y van siendo mayores los niveles de complejidad que se alcanzan en sus sistemas de información, así como la batería de indicadores cuantitativos utilizada.

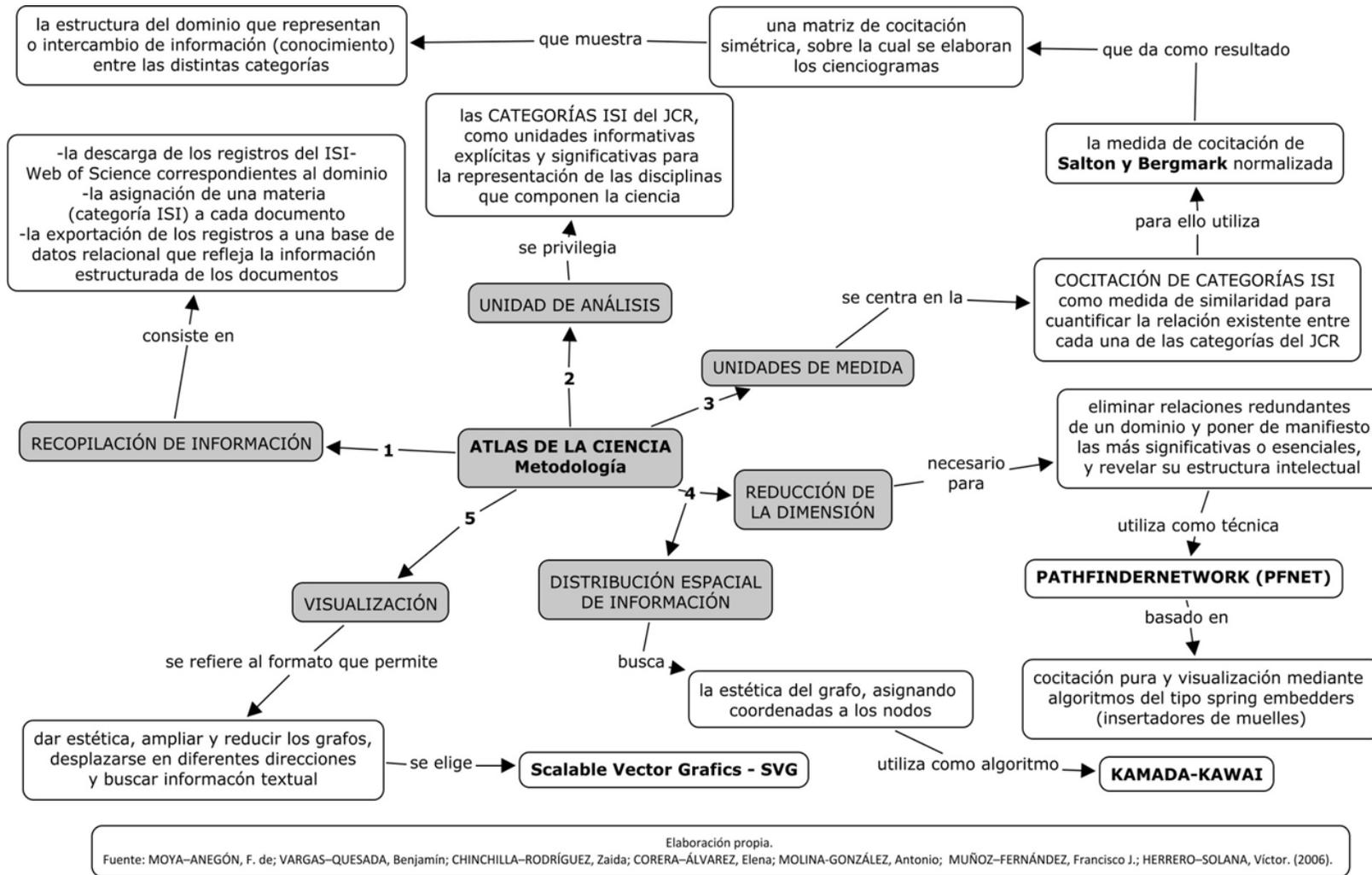


Figura 5 Metodología del Grupo SCImago para la elaboración del Atlas de la Ciencia

2.3. CONTEXTO SOCIO-ECONÓMICO DE COLOMBIA

- **Las raíces del modelo socio-económico**

Tener una visión integral de la economía colombiana actual, requiere de un estudio pormenorizado de su historia, la que necesariamente deberá contar sobre la economía de las sociedades indígenas precolombinas, las motivaciones económicas de la conquista del territorio por los españoles y el asentamiento de éstos a través de unas instituciones políticas y económicas durante el período colonial. Todas estas épocas referidas, sentaron las bases de una estructura económica que responderá a los modelos políticos que entraron en vigencia una vez se ha consolidado la independencia de la corona española y se profundiza en la construcción de un Estado que prefigura la República de Colombia que hoy se conoce.

- **Breve referencia a los diferentes enfoques teóricos y conceptuales en economía**

La historiografía económica de Colombia como dice Salomón Kalmanovitz (2010), en la *Introducción de la Nueva Historia Económica de Colombia*, responde a varios modelos teóricos que se centran en aspectos tales como: el análisis de las relaciones sociales de producción, la interpretación dependentista de la historia, la teoría estructuralista con su enfoque cuantitativo y cronológico. También se encuentran escuelas que toman problemas como el de las mentalidades, la vida cotidiana, la historia de la ciencia, la salud, la vida intelectual, la misma historia de la historia y hasta aquella que asume la inexistencia de progreso material y político en la historia colombiana.

Lo anterior basta para ejemplificar la numerosa y densa literatura, con su multiplicidad de enfoques y debates conceptuales, que es necesario estudiar para dar cuenta del modelo económico colombiano y en particular de las políticas económicas y administrativas que marcan la sociedad colombiana de los últimos cinco lustros, que son pertinentes a este trabajo.

- **Antecedentes de la implementación del cambio de modelo económico**

La economía como ciencia social ha experimentado una serie de cambios en sus estructuras conceptuales y su correspondiente aplicación a las sociedades de un mundo globalizado. Los principios económicos que regían las políticas económicas del país eran abiertamente keinesianos, es decir, se partía de la primacía del Estado para regular la política económica por encima del equilibrio de la oferta y la demanda en el mercado. A nivel mundial, las teorías económicas de Keynes son ampliamente confrontadas por una corriente económica denominada monetarismo o neoliberalismo, impulsada por Milton Friedman de la Universidad de Chicago, cuya teoría entre otras cosas plantea la restricción del gasto público y del dinero circulante, que debe depender de las captaciones del público y no de la emisión, como la vía regia para acabar con la inflación. Además señala que las empresas estatales y privadas en una economía proteccionista se convierten en monopolios, que al carecer de competencia producen caro y de mala calidad, por ello, debe liberarse el comercio externo, privatizar las empresas del sector público y abrir la economía a la inversión extranjera, desregularizando su movilidad y eliminando los gravámenes. Con respecto al control gubernamental de los bancos y el crédito, se dice que esto conduce finalmente a los privilegios crediticios de los sectores y empresas protegidas, condenando al atraso a los demás sectores económicos que se quedan sin financiación para una modernización tecnológica que asegure su sostenibilidad y competitividad, local e internacional.

Las teorías monetaristas o neoliberales llegan a aplicarse en Colombia a través de sucesivas misiones de expertos del Fondo Monetario Internacional, el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo, entidades que modulan y condicionan sus préstamos a la implementación de los nuevos principios económicos, sucintamente recogidos por John Williamson en un documento conocido como el *Consenso de Washington*.

La adopción de este enfoque en la política económica colombiana, en la década de los setenta, representa un cambio marcado frente a lo que se había seguido

tradicionalmente por los gobiernos de turno, desde la gran depresión del capitalismo internacional en los años treinta. Durante los años setenta y ochenta, con avances y retrocesos en la aplicación de las políticas neoliberales, se puede decir que todos los esfuerzos políticos y financieros del Estado son conducidos a favorecer la modernización de los sectores de mejor desempeño y que representaban ventajas comparativas en los campos minero, manufacturero y agroindustrial, obedeciendo así a los lineamientos de la banca multilateral de diversificar las exportaciones, como una vía para superar la crisis en la que había entrado el modelo de desarrollo con base en la sustitución de las importaciones.

- **Nueva constitución política y modelo económico neoliberal**

"La actividad económica y la iniciativa privada son libres, dentro de los límites del bien común..." Constitución Política de Colombia.

En el año de 1886 se redactó la Constitución que mayor continuidad ha tenido en el país, la cual fue impulsada por el movimiento de la Regeneración Conservadora, movimiento que era presidido por el Presidente Rafael Núñez. Durante su vigencia fue sometida a unas sesenta reformas, enmarcadas en la estructuración política y jurídica de Colombia como Nación y así sentar las bases al capitalismo de Estado.

Es necesario esperar hasta 1991 para ver una nueva Carta Magna, que moderniza el Estado y sus instituciones políticas, para adaptarlo a las nuevas corrientes económicas imperantes en el mundo.

La Constitución colombiana de 1991 es la más extensa y desarrollada del continente americano; contiene un preámbulo, trece títulos, trescientos ochenta artículos y cincuenta y nueve disposiciones transitorias. Un hecho relevante es que en ella se reconoce a Colombia como un Estado social de derecho, lo que marca una tensión permanente frente a disposiciones constitucionales y desarrollos legislativos y ejecutivos ulteriores que reducen la intervención decisiva del Estado en renglones clave de la economía, abriendo las puertas a las privatizaciones de las empresas estatales, al flujo libre de capitales dentro y fuera del país, transformando así la estructura industrial y financiera del país.

- **Principales cambios observados en la economía desde 1991**

Desde la promulgación de la Constitución del 91, el proceso de privatización ha cubierto todas las áreas de acción del Estado, pero cabe destacar las que se han efectuado en los sectores productivo, financiero, la seguridad social y la infraestructura.

En el sector productivo, las privatizaciones se han dado particularmente en las inversiones del Estado en la industria manufacturera y en la minería. En el sector minero cabe mencionar que las inversiones estatales se mantuvieron en el sector de hidrocarburos a través de contratos de asociación con empresas multinacionales, aunque también se abrió a la privatización del 20% de la empresa estatal Ecopetrol y se tiene programado la venta de otro 10%.

En el sector financiero, se ha caracterizado por la privatización de las entidades financieras que han sido tradicionalmente estatales (Ejemplo: Bancos Cafetero y Popular). Aunque el sector público ha continuado jugando un papel decisivo en la banca de fomento a los sectores: Agropecuario, Industrial, Comercio Exterior, Energético y Desarrollo Territorial. Igualmente, el Estado continúa ofreciendo servicios financieros en regiones distantes del centro del país, a través del Banco Agrario de Colombia.

En el sistema de seguridad social, la Ley 100 de 1993 abrió la posibilidad de participación privada en el mismo. Se creó un sistema de pensiones mixto, en el cual fondos privados de pensiones compiten con los del sector público (antes Instituto de Seguros Sociales, hoy Colpensiones), aunque a través de sistemas pensionales diferentes: el de capitalización individual, en el primer caso, y el tradicional de prima media, en el segundo. En el sector salud, se diseñó e instauró un sistema en el cual entidades privadas y públicas compiten en la promoción y en la prestación directa de servicios de salud. Los resultados que se evidencian hoy indican que si bien se amplió la cobertura, los niveles de calidad, eficiencia y financiación, son

catastróficos, a ello se une unas tasas altísimas de corrupción y costos que gravan a los usuarios.

La apertura de espacios a la participación privada ha abarcado también la infraestructura: carreteras, puertos marítimos y terrestres, zonas francas, vías férreas y fluviales, aeropuertos, los sistemas de riego, la adecuación de tierras, el transporte inter e intra urbano, las telecomunicaciones y el sector eléctrico, áreas todas que tradicionalmente habían estado reservadas al Estado.

No obstante los desarrollos que se han ejecutado en la infraestructura del país y los servicios relacionados, Colombia carga con un atraso considerable frente a otros países de la región, lo que representa una desventaja competitiva en materia económica y social. Hay que recordar que una adecuada infraestructura y sus servicios relacionados se asocian a mayores índices de productividad y comercialización y repercuten de manera directa en el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

- **Los cambios no se reflejan en las soluciones, los problemas persisten**

Los esfuerzos modernizadores del Estado colombiano en función de lo jurídico, lo político, lo económico, lo social y lo cultural, no han logrado superar los problemas esenciales de la sociedad colombiana: la violencia, la corrupción y la impunidad. Estos acarrearán a su vez problemas como: la inequidad, la pobreza, la concentración de la producción y la riqueza, el atraso científico y tecnológico, la destrucción ambiental, el deterioro del tejido social, el desequilibrio regional, la fragmentación del territorio, la concentración de la propiedad, por vías legales o ilegales, las mafias del tráfico de narcóticos, armas, mercancías de contrabando y lavado de activos, el restrictivo sistema político, todo ello unido a un Estado débil, sesgado (hacia las élites en el poder y los grupos de presión), o ausente para mediar y regular las relaciones entre las distintas fuerzas sociales.

La no superación de los problemas enunciados, tiene un altísimo costo, que se traduce en obstáculos al desarrollo humano y social.

La sociedad colombiana puede ser caracterizada como clasista, inequitativa y excluyente, lo cual se refleja en la persistencia de una violencia no tramitada sino enfrentada por los distintos gobiernos en cabeza de la administración del Estado. Se calcula en un 4,5 % del PIB el gasto del gobierno para enfrentar la violencia y si se toma como referencia el Presupuesto General de la Nación, se verá cómo los gastos en Defensa han representado un 20% del mismo durante los últimos años (Colombia. Ministerio de Defensa Nacional, 2009).

A los datos anteriores habría que sumar el costo de la corrupción en Colombia, el cual ha sido calculado por los organismos de control en 4.2 billones de pesos anuales; aunque el exministro del Interior, Germán Vargas Lleras, lo estimó en seis billones - cuando presentó su defensa del proyecto del Estatuto Anticorrupción sancionado en 2011-, y algunos otros, lo estiman en 10 billones de pesos anuales contando la corrupción oculta. (Cuéllar, 2012, pág. 3). Se reconoce que el monto es difícil de calcular, pero sin duda se trata de sumas tan exorbitantes como escandalosas.

Estas consideraciones económicas sobre la violencia y la corrupción permiten dimensionar el tamaño del problema que enfrenta la sociedad colombiana, en un país en el que tantas necesidades se encuentran insatisfechas por falta, desviación o asignación socialmente improductiva, de recursos económicos.

En el campo de las necesidades insatisfechas se pueden situar los ejes fundamentales de educación, ciencia, tecnología e innovación, los cuales están llamados a jugar un rol primordial en la construcción de la Nación, y a convertirse en agentes de transformación social, económica, política y cultural.

- **Del ajuste económico y político al desajuste social**

El período reformista que se dio en Colombia en la década de los noventa, tuvo una doble vertiente, por un lado, las reformas políticas, enmarcadas en la Constitución de 1991, logró perfilar un Estado que amplió el proceso de democratización e integración de la sociedad, y por otro, las reformas económicas, inscritas en un

modelo de economía abierta al mercado mundial, la cual ha generado procesos sociales excluyentes, por la concentración de la riqueza y el ingreso, unido a la reducción del gasto público de carácter social.

Las reformas constitucionales se nutrieron de la idea de tramitar desde lo político, el grave y prolongado conflicto social y armado en el que ha estado sumergido el país, con la presencia de movimientos guerrilleros, cuyas raíces se encuentran en la problemática de la concentración de la tenencia de la tierra y en un sistema político excluyente, cuya mejor expresión fue el Frente Nacional, pacto de los partidos tradicionales Liberal y Conservador, para alternarse en el gobierno durante 16 años (1958-1974).

Las Fuerzas Armada Revolucionarias de Colombia (FARC) y el Ejército Nacional de Liberación (ELN), surgidas a comienzos de los años 60, se marginan de los procesos que culminaron con la promulgación de una nueva Constitución y continuaron su accionar desde los noventa, con una estrategia expansiva y de posicionamiento, incrementando su pie de fuerza y el control de vastas zonas del territorio nacional, particularmente allí donde existen problemas agrarios, riqueza en recursos minerales e hidrocarburos y una marcada ausencia de las instituciones del Estado.

Las Fuerzas Militares y de Policía del Estado han enfrentado a los grupos insurgentes, siguiendo las políticas de los distintos gobiernos, que van desde un tratamiento estrictamente militar hasta el establecimiento de diálogos y acercamientos, para dirimir el conflicto armado por la vía política.

La confrontación armada interna, se agravó y degradó, aún más, en las últimas tres décadas, con la presencia de otro actor armado, los denominados “paramilitares”, agrupados en las Autodefensas Unidas de Colombia, movimiento contrainsurgente, ligado a los intereses de latifundistas, medianos propietarios agrarios, ganaderos, comerciantes, industriales y políticos locales y regionales.

El incremento de las acciones bélicas en los últimos años, en atentados contra la infraestructura física (puentes, carreteras, oleoductos, centrales eléctricas, torres y líneas de conducción eléctrica), se suman a los ataques contra la población civil, los cuales han producido miles de víctimas entre asesinados, mutilados, exiliados,

desplazados o desaparecidos, en una marcada violación del Derecho Internacional Humanitario y generando una grave crisis en la situación de los Derechos Humanos en Colombia.

Los altísimos costos de la guerra se financian, de un lado, con recursos del Estado y el sector privado, mediante impuestos específicos para ello, y de otro, con los grandes rendimientos del negocio de los cultivos ilícitos (coca, amapola y marihuana) así como del narcotráfico, la extorsión, el secuestro, el contrabando, el tráfico de armas y el lavado de activos.

La dinámica de la violencia, o mejor dicho, de las violencias, marca la vida de las poblaciones rurales y urbanas en Colombia. El conflicto urbano, con hondas raíces en el desplazamiento forzado de masas campesinas hacia las ciudades, donde llegan a alimentar los cordones de miseria y marginalidad, desborda por las vías de hecho, criterios de planeación urbana, seguridad ciudadana, asistencia social y administración local pública.

En consecuencia, dada la confluencia simultánea de múltiples conflictos, Colombia vive un proceso de fragmentación de su tejido social que se manifiesta en una grave crisis social, económica y política.

2.4. CONTEXTO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN COLOMBIA

2.4.1. El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología SNCyT

Aunque con la Ley 1286 de enero de 2009 (Colombia. Congreso, 2009) se establece un nuevo Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación - SNCTI, la estructura que corresponde al período de estudio (2003-2010) obedece en gran medida a la dispuesta en la Ley 29 de 1990 (Colombia. Congreso, 1990) y, en especial, a su Decreto Ley 585 de 1991 (Colombia. Ministerio de Gobierno, 1991). Se trata del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología - SNCyT, que es definido en el artículo 5 de ese Decreto Ley como *“un sistema abierto, no excluyente, del cual forman parte todos los programas, estrategias y actividades de ciencia y tecnología,*

independientemente de la institución pública o privada o de la persona que los desarrolle”.

Este Sistema se organiza en **Programas de Ciencia y Tecnología**, bien sean nacionales o regionales, entendidos como *ámbitos de preocupaciones científicas y tecnológicas y espacios de interacción entre el Estado, los investigadores y el sector productivo y empresarial* (Colombia. Ministerio de Gobierno, 1991), que preside el Ministro de cada ramo. Los programas nacionales también inician su funcionamiento a partir de 1991, y aunque en 2005 son transformados en Áreas de Conocimiento¹⁰, vuelven a establecerse en 2008 luego de una revaluación de la estrategia por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - CNCyT. Estos programas se estructuran en objetivos, metas y tareas fundamentales y se materializan en proyectos y otras actividades complementarias que pueden llevar a cabo entidades públicas o privadas, organizaciones comunitarias o personas naturales, o también, por iniciativa del mismo Sistema. El Decreto 585 de 1991 crea inicialmente siete programas nacionales, dejando a criterio del CNCyT la competencia para crear otros más. Entre 1991 y 2009 funcionan **once programas nacionales** integrados en dos grandes áreas, según se muestra en la **Tabla 1**. Los **programas regionales** de ciencia y tecnología se crean cuando las prioridades regionales no hayan sido aún incorporadas en los programas nacionales.

PROGRAMAS NACIONALES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA, 1991-2009	
ÁREA INVESTIGACIÓN BÁSICA Y APLICADA	ÁREA INNOVACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
<ul style="list-style-type: none"> • Biotecnología • Ciencias Básicas • Ciencias Sociales y Humanas • Ciencia y Tecnología del Mar • Ciencias del Medio Ambiente y del Hábitat • Estudios Científicos de la Educación • Ciencia y Tecnología de la Salud 	<ul style="list-style-type: none"> • Electrónica, Telecomunicaciones e Informática • Ciencias de la Energía y Minería • Ciencia y Tecnologías Agropecuarias • Programa de Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad

Tabla 1. Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología, 1991-2009

Los **organismos de dirección y coordinación** del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología son el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, los Consejos de

¹⁰ Las áreas de conocimiento o temáticas fueron: Investigación Fundamental en Ciencias Básicas Sociales y Humanas; Gestión del Conocimiento, de las Aplicaciones Sociales y la Convergencia Tecnológica, De la Materia y la Energía; Procesos Biológicos, Agroalimentarios y la Biodiversidad; El Ser Humano y su Entorno; Educación, Cultura e Instituciones

Programas Nacionales, las Comisiones Regionales, los Consejos de Programas Regionales y el Comité de Formación de Recursos Humanos para la Ciencia y la Tecnología.

- El **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología** es el organismo de dirección y coordinación del Sistema, cuya secretaría técnica y administrativa es asignada a Colciencias. Es dirigido por el Presidente de la República, con la participación del Departamento Nacional de Planeación, los **Ministerios de Educación, Desarrollo Económico y Agricultura**, el rector de la Universidad Nacional y un rector de una universidad privada, un miembro de la comunidad científica y un miembro del sector privado, un representante de las Comisiones Regionales de Ciencia y Tecnología y el Director de Colciencias con voz y sin voto.
- Los **Consejos de Programas Nacionales**, ya enunciados, cada uno de los cuales cuenta con Colciencias para la secretaría técnica y administrativa; en los casos en que el Programa Nacional coincide con la existencia de un Ministerio del ramo, la secretaría técnica es ejercida conjuntamente; uno o varios comités científicos y comités regionales, y pueden también tener un gestor. Estos Consejos orientan la elaboración de los planes de cada programa y aprueban sus políticas de investigación, comunicación, capacitación, regionalización, promoción y financiación. También son responsables de evaluar sus proyectos y su respectiva financiación y de hacerles seguimiento.
- Las **Comisiones Regionales de Ciencia y Tecnología**, que originalmente se conciben en los siguientes términos: con un coordinador y una secretaría técnica y administrativa, y como una instancia de concertación y gestión, en donde se discute, analiza, e identifican recursos para inversión en CT+I, se coordinan y direccionan las Agendas Regionales así como los programas y proyectos que de allí se deriven, y se contribuye al diseño de la política regional. Así mismo, se diseñan para suministrar información e insumos para la formulación de las políticas y programas de CT+I que Colciencias utiliza para su permanente actualización. Lo preside el gobernador del departamento y la secretaría técnica y/o la coordinación de las comisiones la ejerce la universidad regional o la respectiva secretaría de planeación departamental. Tienen asiento el sector gobierno, el empresarial, el académico y las organizaciones sociales que tengan como misión del desarrollo científico y tecnológico regional. Se reconocen como tales a los Consejos, Comités o Comisiones de Ciencia y Tecnología del orden departamental creadas por las autoridades territoriales competentes y básicamente corresponden a los Consejos Departamentales de Ciencia y Tecnología, Codecyt.

Este cambio ocurre debido al desmonte de los CORPES, que habían asumido las funciones de las Comisiones. Ante la situación, los departamentosempiezan a constituir los Codecyt, que existen en todos los casos, si bien notodos son operativos. Indudablemente, el compromiso de

los gobiernos locales con laCTI -tanto en términos de definición de agendas como de asignación de recursos- hasido mayor bajo el esquema departamental (Colciencias, 2008).

- Los **Consejos de Programas Regionales**.
- El **Comité de Formación de Recursos Humanos para la Ciencia y la Tecnología** y otros comités que cree el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología para el desarrollo de estrategias.
- El **Instituto Colombiano para la Ciencia y la Tecnología “Francisco José de Caldas” Colciencias¹¹**: es un establecimiento público del orden nacional adscrito al Departamento Nacional de Planeación. Es el organismo central de fomento y desarrollo de las actividades de ciencia y tecnología en Colombia y ejerce la secretaría técnica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Entre sus compromisos están los de promover el adelanto científico y tecnológico, incorporar la ciencia y la tecnología en los planes y programas de desarrollo económico y social del país y formular planes sectoriales para el mediano y largo plazo. Asimismo establecer estrategias de interacción con quienes llevan a cabo actividades de desarrollo científico y tecnológico: las universidades, la comunidad científica y el sector privado. Orienta sus actividades a favorecer la generación de conocimiento científico y tecnológico del país, estimular la capacidad innovadora del sector productivo, orientar la importación selectiva de tecnología aplicable a la producción nacional, fortalecer los servicios de apoyo a la investigación científica y al desarrollo tecnológico, consolidar el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y, en general, incentivar la creatividad, aprovechando sus producciones en el mejoramiento de la vida y la cultura de los colombianos

Esta estructura es complementada con otros organismos que acompañan la orientación de las políticas, así como la ejecución de las mismas:

- El **Consejo Nacional de Política Económica y Social - CONPES**. Creado mediante Ley 19 de 1958, es la máxima autoridad nacional de planeación y se desempeña como organismo asesor del Gobierno en todos los aspectos relacionados con el desarrollo económico y social del país. Para ello, coordina y orienta a los organismos encargados de la dirección económica y social en el Gobierno, a través del estudio y aprobación de documentos sobre el desarrollo de políticas generales que son presentados en sesión. El CONPEs actúa bajo la dirección del Presidente de la República y lo componen los ministros de Relaciones Exteriores, Hacienda, Agricultura, Desarrollo, Trabajo, Transporte, Comercio Exterior, Medio Ambiente y Cultura, el Director del Departamento Nacional de Planeación, los gerentes del Banco de la República

¹¹Colciencias es el acrónimo que ha acompañado los diferentes nombres que ha tenido la institución, desde que fue creada como Fondo de Financiamiento en 1968, luego como Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia “Francisco José de Caldas” - Colciencias y desde 2009, como Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación - Colciencias. Por consiguiente, para efectos de citación y bibliografía, se utilizará este acrónimo.

y de la Federación Nacional de Cafeteros, así como el Director de Asuntos para las Comunidades Negras del Ministerio del Interior y el Director para la Equidad de la Mujer. El Departamento Nacional de Planeación desempeña las funciones de Secretaría Ejecutiva del CONPES y por consiguiente es la entidad encargada de coordinar y presentar todos los documentos para discutir en sesión.

- El **Departamento Nacional de Planeación - DNP**, es el organismo al cual estuvo adscrito Colciencias a partir del Decreto 585 de 1991 y hasta que se expide la Ley 1286 de 2009. El DNP es un departamento administrativo¹² que pertenece a la Rama Ejecutiva del poder público y depende directamente de la Presidencia de la República. Es una entidad eminentemente técnica que impulsa la implantación de una visión estratégica del país en los campos social, económico y ambiental, a través del diseño, la orientación y evaluación de las políticas públicas colombianas, el manejo y asignación de la inversión pública y la concreción de las mismas en planes, programas y proyectos del Gobierno.
- El **Ministerio de Educación Nacional - MEN**. Guarda estrecha relación con las actividades científicas y tecnológicas, en tanto orienta el sector educativo y, en especial, las instituciones de educación superior, desde donde se impulsan y desarrollan los mayores esfuerzos en CT+I del país. Colciencias estuvo adscrita en sus inicios a este Ministerio, que forma también parte del CONPES.
- El **Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología - OCyT**. Creado en 1999 con la misión de investigar sobre el estado y las dinámicas de Ciencia, Tecnología e Innovación, producir indicadores, informar y transferir metodologías de medición a los diferentes actores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología - SNCyT. De esta manera sirve a los diferentes actores institucionales del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología para realizar análisis, tomar decisiones, elaborar estrategias, evaluar políticas de investigación y desarrollo tecnológico, encontrar causalidades y realizar predicciones de las distintas actividades que emergen de la sociedad. En desarrollo de este trabajo produce estadísticas, indicadores, metodologías, documentos, artículos y otros elementos de información y análisis sobre la actividad científica y tecnológica del país.
- El **Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES**. En el Decreto 585 de 1991 se le asigna el compromiso de difundir el conocimiento científico y tecnológico; organizar y coordinar redes de información; impulsar la formación de investigadores; recopilar y divulgar los resultados de las investigaciones y fomentar la actividad científica y tecnológica en las instituciones de educación superior oficiales y privadas. Esta situación cambia cuando

¹²Los departamentos administrativos son entidades de carácter técnico encargadas de dirigir, coordinar un servicio y otorgar al Gobierno la información adecuada para la toma de decisiones. Tienen la misma categoría de los Ministerios, pero no tienen iniciativa legislativa.

se promulga la Ley 1324 del 13 de julio de 2009, cuyo artículo 12 lo transforma en el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación - ICFES, vinculado al Ministerio de Educación Nacional, con el objeto de ofrecer el servicio de evaluación de la educación en todos sus niveles y adelantar investigación sobre los factores que inciden en la calidad educativa, con la finalidad de ofrecer información para mejorar la calidad de la educación.

- El **Instituto Colombiano de Crédito Educativo y Estudios Técnicos en el Exterior "Mariano Ospina Pérez"**, **Icetex**. Le corresponde apoyar los programas de ciencia y tecnología dirigiendo sus acciones relativas al otorgamiento de crédito educativo, becas, servicios educativos por convenios internacionales y aportes para el desarrollo nacional, a la satisfacción de las necesidades de recursos humanos calificados para la Investigación, según las prioridades de los planes y programas de ciencia y tecnología.
- El **Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA**. Se le confía adelantar actividades de formación profesional de conformidad con las normas vigentes, dirigida a transferir tecnología de utilización inmediata en el sector productivo, realizar programas y proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico, y orientar la creatividad de los trabajadores colombianos.

Como puede verse, las competencias del Estado en materia de ciencia y tecnología están centralizadas en entidades del orden nacional, con algunos organismos de coordinación a nivel regional. Aunque se intentó por muchos años que Colciencias tuviera un lugar apropiado para la interlocución con las instancias nacionales responsables de los asuntos económicos y políticos, sólo en el 2004 se logra su asistencia como invitado al CONPES. Igual sucede con el CONFIS¹³ y el Consejo de Ministros. Si bien no existe una Oficina Asesora del Congreso en la materia, la Comisión Sexta de la Cámara de Senadores del Congreso de la República de Colombia tiene competencias en ciencia y tecnología; además el trámite de las iniciativas legislativas en estos temas las realiza Colciencias mediante un proceso en el cual presenta directamente al Congreso el respectivo proyecto de ley para su trámite¹⁴. Todo esto le representó a Colciencias dificultades para ejercer a cabalidad su labor de coordinación y supervisión de la inversión nacional en ciencia y tecnología.

¹³ El CONFIS es un organismo adscrito al Ministerio de Hacienda y Crédito Público, encargado de dirigir la Política Fiscal y coordinar el Sistema Presupuestal

¹⁴ Colombia. Departamento Nacional de Planeación. Grupo Ciencia, Tecnología e Innovación (2006). [Preg_CyT final] : [correo electrónico].

El mismo Decreto 585 de 1995 que establece esta conformación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, confía a cada uno de sus componentes funciones relacionadas con planes, estrategias y programas nacionales, y de manera especial, el diseño, impulso y ejecución de las **estrategias permanentes** que se establecen entonces en términos de:

- consolidación de las comunidades científicas y tecnológicas;
- comunicación entre científicos y personas involucradas en investigación y desarrollo;
- fomento y auspicio del intercambio nacional e internacional de investigaciones, investigadores y recursos de investigación;
- regionalización de las actividades científicas y tecnológicas, y
- establecimiento de redes de cooperación entre grupos de investigación.

De igual manera, se les responsabiliza de garantizar el suministro inmediato de la información sobre propuestas, proyectos y actividades de ciencia y tecnología al sistema estadístico de ciencia y tecnología, y la integración de la región al sistema nacional de información científica y tecnológica

Finalmente, toda la estructura del SNCyT se fundamenta en los **centros y grupos de investigación** del país, como las principales instancias de ejecución de las políticas de ciencia y tecnología. En torno a ellos, Colciencias establece un sistema de escalafón que permite identificarlos y clasificarlos según categorías, luego de aplicar criterios y algoritmos descritos en un Modelo de amplia divulgación, que se hace más riguroso en cada convocatoria de medición, conforme avanza y se consolida el Sistema.

Actualmente Colciencias (2010) define un **Centro o Instituto de Investigación** como *“una organización dedicada a adelantar investigación científica, dotada de administración, recursos financieros, humanos e infraestructura destinada al desarrollo de este objeto”*, mientras que mediante Resolución 0084 (Colciencias, 2002), la entendía como *“una organización dotada de administración propia y de recursos financieros, humanos y logísticos, dedicada a adelantar investigación, o ésta y otras actividades, en el campo de la ciencia y la tecnología”*

Por su parte, un **Grupo de Investigación**, hoy se entiende en los términos establecidos por la Resolución 504 (Colciencias, 2010) como:

“conjunto de personas que se reúnen para realizar investigación en una temática dada, formulan uno o varios problemas de su interés, trazan un plan estratégico de largo o mediano plazo para trabajar en él y producen unos resultados de conocimiento sobre el tema en cuestión. Un grupo existe siempre y cuando demuestre producción de resultados tangibles y verificables fruto de proyectos y de otras actividades de investigación, convenientemente expresadas en un plan de acción (proyectos) debidamente formalizado. Estos grupos actúan a través de la persona jurídica o institución de educación superior de la cual dependen y deben estar registrados en Grup-LAC”.

Este concepto modificó el que corresponde a la época de estudio y que fue planteado en la Resolución 0084 (Colciencias, 2002) como:

“una unidad básica de generación de conocimiento científico y de desarrollo tecnológico, conformado por un equipo de investigadores de una o varias disciplinas o instituciones, comprometidos con un tema de investigación en el cual han probado tener capacidad de generar resultados tangibles, de demostrada calidad y pertinencia, representados en productos tales como publicaciones científicas, diseños o prototipos industriales, patentes, registro de software, normas, trabajos de maestría o tesis de doctorado”

Respecto a los centros de investigación es necesario destacar la estrategia que se viene impulsando desde 2004 de conformar **Centros de Investigación de Excelencia - CIE**, como estructuras que permiten la interacción de grupos de investigación e instituciones en torno a la propuesta y desarrollo de una agenda de investigación de largo plazo en temas estratégicos para el desarrollo social y económico del país. Colciencias los define como

“Una red nacional de grupos de investigación del más alto nivel, articulada alrededor de un programa común de trabajo en un área científica y tecnológica considerada como estratégica para el país. Cada uno de los grupos que hagan parte de un Centro de Excelencia deben, además de estar reconocidos o en proceso de reconocimiento en el último escalafón de Colciencias, desarrollar investigación de frontera en permanente contacto con entidades pares internacionales, apoyar la formación de recursos humanos en los niveles de maestría y doctorado, transferir el conocimiento generado al sector productivo, presentar los resultados de su trabajo en publicaciones internacionales indexadas y estar comprometidos en los procesos de protección de la propiedad intelectual y el patentamiento”.

Las **áreas estratégicas** se entienden como aquellas que permiten mejorar la competitividad social y productiva del país. Luego de un análisis que involucró a los actores del SNCyT y a academias nacionales y entidades del sector público, se definieron ocho áreas estratégicas: Biodiversidad y Recursos Genéticos; Enfermedades Infecciosas Prevalentes en Áreas Tropicales; Modelamiento y Simulación de Fenómenos y Procesos Complejos; Cultura, Instituciones y Gestión de

Conflictos y Desarrollo Local; Materiales Avanzados y Nanotecnología; Desarrollo Energético; Biotecnología e Innovación Agroalimentaria y Agroindustrial; Tecnologías de la Información y la Comunicación (Colciencias, 2004).

Para cada área estratégica se convocó la conformación de un Centro de Investigación de Excelencia articulado a una agenda concertada de trabajo científico y tecnológico, dando como resultado la creación de los siguientes centros:

- a. Centro de Investigación y Estudios en Biodiversidad y Recursos Genéticos - Ciebreg
- b. Centro Colombiano de Investigación en Tuberculosis - CCITB
- c. Centro Nacional de Investigaciones para la Agroindustrialización de Especies Vegetales Aromáticas Medicinales Tropicales - Cenixam
- d. Centro de Investigación de Excelencia en el Área de las Ciencias Sociales - Odecofi
- e. Centro de Estudios Interdisciplinarios Básicos y Aplicados - Ceiba
- f. Alianza Regional en TIC Aplicadas - Artica
- g. Centro de Excelencia en Nuevos Materiales - CENM
- h. Centro Colombiano de Genómica y Bioinformática de Ambientes Extremos - Gebix

Desde 2006 se impulsó la creación de la **Red Colombiana de Centros de Investigación de Excelencia - REDCIE**, con el fin de establecer un trabajo colaborativo entre estos centros.

Dada la estructura descrita del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología SNCyT que rigió durante 1990-2008 y que se representa en la **Figura 6**, es importante destacar lo correspondiente a los Programas Nacionales de CT+I y las áreas estratégicas a partir de las cuales se conformaron los centros de investigación de excelencia, porque ellos serán tenidos en cuenta para los momentos de análisis y discusión de los resultados.

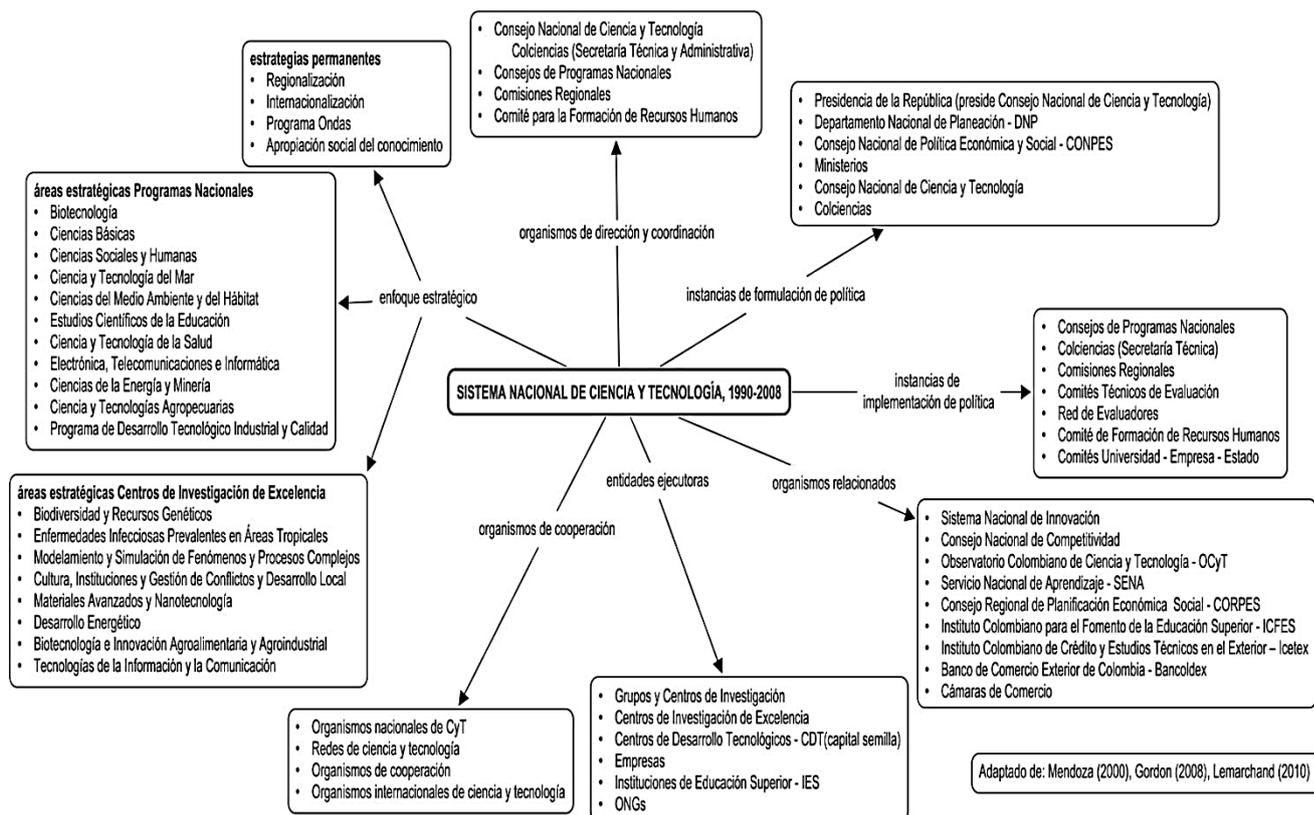


Figura 6. Esquema del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, 1990-2008. Basado en: (Mendoza, 2000) (Gordon, 2008) (Lemarchand, 2010)

El Sistema aquí representado no cambia sustancialmente con la Ley 1286 de 2009, aunque se destacan los siguientes aspectos:

- Se incorpora la Innovación para conformar el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, atendiendo los retos de la competitividad global y los Tratados de Libre Comercio.
- Colciencias pasa a ser un Departamento Administrativo, adscrito a la Rama Ejecutiva del Poder Público, Sector Central, con lo cual gana mayor posicionamiento, tiene voz y voto en el CONPES y asiento en el Consejo de Ministros, cuando el tema es de su competencia.
- Desaparece el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y se crea un Consejo Asesor en el que están representados los sectores académico, industrial y público por personas designadas directamente por el Presidente de la República. En este sentido, se pierde el carácter democrático del anterior Sistema.
- Se fortalece y consolidan las políticas regionales de CT+I
- Se crean mecanismos de financiación como el Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación “Francisco Antonio Zea” y se

determina que las entidades territoriales incluyan programas, proyectos y actividades tendientes al fomento de la CT+I en sus respectivos planes de desarrollo. Más adelante, mediante el Decreto Ley 4923 de 2011 se destina el 10 por ciento de los ingresos del Sistema General de Regalías para financiar la CT+I, según criterios del Organo Colegiado de Administración y Decisión - OCAD especialmente estructurado para ello y cuya Secretaría Técnica es ejercida por Colciencias.

2.4.2. Políticas de ciencia, tecnología e innovación en Colombia

El ejercicio de la ciencia en Colombia es un fenómeno nuevo. De hecho, la dinámica actual empieza a gestarse a finales del siglo XX (al terminar la década de los ochenta), con un proceso de consolidación importante en los primeros años del siglo XXI. En general, los autores suelen identificar cuatro etapas en este desarrollo (Medina Vásquez, 2004), (Jaramillo Salazar, Botiva, & Zambrano, Políticas y resultados de ciencia y tecnología en Colombia, 2005) (Malaver Rodríguez & Vargas Pérez, 2005), (Jaramillo Salazar, 2007) (Colciencias, 2011) así: a) Entre **1940-1968**, se presentan los antecedentes del desarrollo institucional, con la existencia de una comunidad científica destacada en ciertos campos del saber, la creación de algunos institutos de investigación públicos, la influencia de organismos internacionales en la formulación de políticas de desarrollo y algunos convenios de cooperación; b) Entre **1968 y 1989**, el esfuerzo se enfocó hacia la formación de recurso humano y de grupos de investigación, con miras a la conformación de un capital humano dedicado a la ciencia y la tecnología; c) la tercera etapa se fija entre **1990 y 1999** y en ella se afianza la institucionalización de la Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia y se establecen referentes importantes para su evolución, con lo cual se formalizan los cimientos del capital estructural; d) Finalmente, desde el año **2000 hasta el presente**, se sigue una etapa de consolidación en la que se ponen las capacidades creadas al servicio del desarrollo económico y productivo del país, y se dinamiza el capital relacional.

A lo largo de estas etapas el SNCT+I ha mantenido un proceso continuo de consolidación, no obstante el contexto social y político de Colombia y su condición de país en desarrollo.

El marco legal¹⁵ se remonta a 1968, con la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, y de Colciencias como un Fondo de Financiamiento adscrito al Ministerio de Educación Nacional (Decreto 2869 de 1968). El marco político se configura con mayor precisión y coherencia desde finales de los años ochenta¹⁶, cuando se realiza el *Foro Nacional para sobre Política de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo* en 1987. De éste se deriva la declaración del *Año Nacional de la Ciencia y la Tecnología* (junio de 1988 y junio de 1989), y la conformación de la *Misión de Ciencia y Tecnología* de 1988-1990 que proporciona las bases para la promulgación de la **Ley 29 de 1990**, Ley marco de Ciencia y Tecnología, “*por la cual se dictan disposiciones para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico y se otorgan facultades extraordinarias*”. Mediante esta ley se compromete al Estado a incorporar la Ciencia y la Tecnología en los planes y programas de desarrollo económico y social del país y a formular planes de mediano y largo plazo para su desarrollo. Además, establece los mecanismos de relación entre sus propias actividades y las que adelantan las universidades, la comunidad científica y el sector privado. Esta misma Ley le ordena al Ministerio de Hacienda, incluir en el presupuesto nacional las sumas necesarias para desarrollar la actividad científica en Colombia, y faculta a Colciencias para brindar exenciones y descuentos tributarios a aquellas entidades que adelanten actividades de ciencia y tecnología. Colciencias queda adscrita al Departamento Nacional de Planeación buscando ubicarla en una estructura que fuera transversal entre todos los ministerios y estuviera vinculada a la entidad que asignaba todo el presupuesto de inversión nacional (Villaveces Cardoso, 2004).

Luego se promulga la nueva **Constitución Política de Colombia de 1991**, cuyos artículos 26, 27, 67, 69, 70 y 71 establecen el derecho a acceder al conocimiento

¹⁵ Los documentos que conforman el marco histórico normativo y jurisprudencial del sector ciencia, tecnología en innovación en Colombia, han sido compilados por Colciencias en un solo documento y constituye la fuente de información para todas las normas que aquí se citan (Colciencias, 2009a)

¹⁶ Como precedentes de esta dinámica, se tienen el *Plan de concertación nacional en ciencia y tecnología para el desarrollo*, 1983-1986; y el *Plan de ciencia y tecnología para una economía social*, 1987-1990.

científico y tecnológico y el respectivo deber del Estado de fomentar el avance de la ciencia y la tecnología y de estimular a quienes se dediquen a ellas.

En 1991 también se emiten una serie de **decretos** que constituyen la normatividad básica de la política de Ciencia y Tecnología que rigió hasta 2009, cuando se aprueba una nueva Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación:

- Decreto 393 de 1991. Por el cual se dictan normas sobre asociación para actividades científicas y tecnológicas, proyectos de investigación y creación de tecnologías
- Decreto 584 de 1991. Por el cual se reglamentan los viajes de estudio al exterior de los investigadores nacionales
- Decreto 585 de 1991. Por el cual se crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, se reorganiza el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología “Francisco José de Caldas” - Colciencias - y se dictan otras disposiciones
- Decreto 586 de 1991. Por el cual se organiza el Instituto Colombiano de Antropología - ICAN
- Decreto 587 de 1991. Por el cual se modifican los estatutos básicos del Instituto Colombiano de Geología y Minería - INGEOMINAS
- Decreto 589 de 1991. Por el cual se modifica el estatuto orgánico del Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo - FONADE
- Decreto 590 de 1991. Por el cual se reorganiza la administración y manejo de FONADE
- Decreto 591 de 1991. Por el cual se regulan las modalidades específicas de contratos de fomento de actividades científicas y tecnológicas

Entre estas normas cabe destacar el **Decreto 585 de 1991** porque con él se crean el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología; se reestructura Colciencias, adscribiéndolo al Departamento Nacional de Planeación y, en general, se establecen los organismos de dirección y coordinación del Sistema, con sus respectivas funciones.

Con base en este marco legal, entre **1991 y 1993** se adelanta la **política de "Ciencia y Tecnología para una Sociedad Abierta"**, en la que se pone énfasis en la integración del sector privado en las instancias de coordinación del SNCyT; la creación de nuevas formas de asociación entre el sector público y el sector privado; la descentralización de la investigación en las regiones del país; la formación de recursos humanos; y el fomento a la integración con redes internacionales de ciencia y tecnología. (Colombia. Consejo Nacional de Política Económica y Social, 1994)

En 1992, la **Ley 30** organiza el sistema de educación superior colombiano y el **Decreto 1444** dicta disposiciones en materia salarial para los profesores de las universidades públicas del orden nacional, y con ello contribuye a la nueva dinámica, pues incluye un sistema de remuneración según la productividad académica acreditada por los profesores y de manera especial, la publicación de resultados de investigación en revistas nacionales e internacionales. Así, el Decreto establece una escala de puntajes para reconocer los trabajos publicados según tipos de productos, previa condición para los profesores de “acreditar su vinculación con la universidad respectiva y dar crédito o mención a ella”. En el caso de las publicaciones en revistas, se establecen tres categorías: revistas especializadas del exterior de nivel internacional; revistas especializadas nacionales de nivel internacional; y revistas especializadas nacionales de circulación nacional o regional. Esta norma fue reemplazada por el **Decreto 1279 de 2002**, actualmente vigente.

El **Sistema de Universidades del Estado (SUE)** también se crea con la Ley 30 de 1992 y tiene entre sus objetivos “crear las condiciones para la realización de evaluación en las instituciones pertenecientes al sistema”. De esta evaluación depende la distribución de recursos que anualmente hace el Ministerio de Educación Nacional entre las universidades estatales u oficiales. El modelo del SUE ha sufrido varias modificaciones: a partir de 2004 se logra definir la batería de indicadores que sirven como base para la asignación de los recursos, pero solo logra estabilizarse en el año 2010, permitiendo que los indicadores utilizados en 2011 y 2012 sean casi los mismos (Colombia. Ministerio de Educación Nacional, 2012).

El **Consejo Nacional de Acreditación (CNA)** forma parte del Sistema estructurado mediante la Ley 30 de 1992 y es el designado para evaluar la calidad de los programas académicos de las instituciones de educación superior (Colombia. Consejo Nacional de Acreditación, 2010) y a las instituciones como un todo (Colombia. Consejo Nacional de Acreditación, 2006). Incluye indicadores relacionados con el número de artículos publicados por los profesores cada año, en revistas internacionales indexadas, revistas nacionales indexadas, y revistas especializadas nacionales e internacionales (Factor 26, indicadores 70-72). La indexación aquí se refiere a la

base de datos ScienTI y las bases de datos internacionales seleccionadas por Colciencias.

Luego de la Ley 30 de 1992 y todos estos desarrollos, en 1993, la **Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo**, conocida como la *Misión de Sabios*, presenta una serie de recomendaciones tendientes a articular la ciencia y la tecnología al sistema de educación en todos sus niveles, a las propuestas de desarrollo nacional y a la cotidianidad de los colombianos, fortaleciendo la apropiación y uso social de sus resultados.

En 1993 también se expide la **Ley 99** “*por la cual se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables*”. Con ella se crea el **Ministerio de Medio Ambiente**, y con sus decretos reglamentarios se da origen a cuatro institutos de investigación ambiental y de recursos naturales:

- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - **Sinchi**
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von **Humboldt**
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - **Invemar** y el
- Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico - **IIAP**

Las recomendaciones de las Misiones de Ciencia y Tecnología de los años 1990 y 1993, dan lugar al primer CONPES de Ciencia y Tecnología (el Documento CONPES 2739 de 1994), que traza la **política del sector para el período 1994-1998** con el objetivo principal de “*integrar la CyT a los diversos sectores de la vida nacional, buscando incrementar la competitividad del sector productivo en el contexto de una política de internacionalización de la economía, y mejorar el bienestar y la calidad de vida de la población colombiana*” (Colombia. Consejo Nacional de Política Económica y Social, 1994, pág. 4). Para ello, traza cinco **estrategias**: a) Desarrollar y fortalecer la capacidad nacional en ciencia y tecnología, con base en la formación de recursos humanos altamente calificados y la creación y consolidación de centros o grupos de investigación de importancia estratégica para el desarrollo del país; b) Crear condiciones de competitividad en el sector productivo nacional, impulsando una agresiva política encaminada a desarrollar redes de innovación para vincular el sector productivo con centros tecnológicos, universidades y otras instituciones de

generación y difusión de conocimiento; c) Fortalecer la capacidad para mejorar los servicios sociales y generar conocimiento sobre la realidad social del país, a partir de la investigación. d) Generar y aplicar conocimiento científico y tecnológico orientado a asegurar un desarrollo sostenible, basado en el conocimiento, en la preservación y uso racional de la biodiversidad y de los recursos naturales no renovables, así como el desarrollo de patrones de asentamiento humano sostenibles; e) Integrar la ciencia y la tecnología a la sociedad y a la cultura colombianas a través de un programa de enseñanza, divulgación y popularización de las mismas. También en 1994 se emite el **Decreto 1742** que establece los estímulos para los investigadores.

En 1995, mediante el Documento Conpes 2789, se crea el **Sistema Nacional de Innovación - SNI** como un sistema interactivo de aprendizaje e innovación, con las empresas como actor central de la actividad innovadora, y los centros de desarrollo tecnológico (CDT), como el principal mecanismo para articular las ofertas y demandas tecnológicas (Malaver Rodríguez & Vargas Pérez, 2005). El SNI fue concebido como un subsistema del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y en él participan las entidades gubernamentales encargadas de la promoción y financiamiento del desarrollo tecnológico, las empresas y las organizaciones prestadoras de servicios conocidas como “operadores”, esto es universidades, centros de investigación, centros de desarrollo tecnológico, centros regionales de productividad, parques tecnológicos e incubadoras de empresas de base tecnológica.

Con el fin de aumentar los recursos para la construcción de las capacidades de investigación, se promulga la **Ley 344 de 1996**, que ordena destinar el 20% de los recursos del Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, para la ciencia y la tecnología. Hasta el momento, se había contado básicamente con una serie de préstamos del Banco Interamericano de Desarrollo - BID. Con el crédito BID III se financia gran parte de las actividades de ciencia y tecnología durante el período 1995-2003.

En 1999 se crea el **Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología** por iniciativa público-privada, como un organismo sin ánimo de lucro que entra a formar parte del SNCyT con la misión de contribuir al conocimiento cuantitativo y cualitativo del

mismo mediante la producción de estadísticas e indicadores, y apoyar los procesos estratégicos de planificación y toma de decisiones a través de una interpretación integral de la dinámica de la ciencia, la tecnología, y la innovación en Colombia y de su posicionamiento en los ámbitos regional y mundial.

El **Documento Conpes 3080** traza la **política para el período 2000-2002**, y con ella busca ampliar y consolidar objetivos y estrategias anteriores, especialmente centradas en el fortalecimiento y articulación del SNCyT, y además, enfocar los esfuerzos hacia temas estratégicos y críticos para el desarrollo del país y su competitividad global. En este sentido, hace explícito el interés por fomentar la investigación y el desarrollo tecnológico agropecuario, así como articular y consolidar la investigación en medio ambiente y hábitat. También busca aumentar la capacidad de innovación tecnológica; incrementar las actividades de apropiación social del conocimiento y optimizar los mecanismos de información, seguimiento y evaluación de las actividades en Ciencia y Tecnología. La política se vincula con esfuerzos de otros Ministerios, tales como la Política para la Productividad y la Competitividad (Ministerio de Comercio Exterior), la Política Industrial para una Economía en Reactivación (Ministerio de Desarrollo) y la Agenda de Conectividad (Ministerio de Comunicaciones) y, por tanto, forma parte del conjunto de estrategias que buscan el desarrollo social, económico e industrial de Colombia.

Luego, se producen otros documentos e instrumentos de planeación y visión de mediano y largo plazo, que tienen en común el propósito de transformar a Colombia en una **sociedad del conocimiento** y construir y consolidar una Política de Estado en Materia de Ciencia, Tecnología e Innovación y no solo de gobierno: De ahí la elaboración ampliamente debatida y participativa del documento **Visión Colombia II Centenario: 2019** orientado a fundamentar el crecimiento y el desarrollo social en la ciencia, la tecnología y la innovación (2006), el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010 “Estado comunitario: desarrollo para todos” (2007), la Política de Competitividad del país (2007), la Política Nacional de Fomento a la Investigación y la Innovación “Colombia construye y siembra futuro” (2008).

Este marco legal rigió durante casi dos décadas, hasta que se promulga la **Ley de 1286 de 2009 (enero 23)** por la cual se modifica la Ley 29 de 1990, se transforma a Colciencias en Departamento Administrativo, se fortalece el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia y se dictan otras disposiciones. Con base en ella se formula la “**Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2009**” mediante **Documento Conpes 3582** del mismo año. De esta manera se busca fortalecer el SNCT+I y a Colciencias para lograr un modelo productivo sustentado en la ciencia, la tecnología y la innovación, y así dar valor agregado a los productos y servicios de la economía colombiana y propiciar el desarrollo productivo y una nueva industria nacional.

En esta época, se trata pues de crear o mejorar el marco jurídico correspondiente para que los actores involucrados en la ciencia y la tecnología cuenten con los elementos que les generen estabilidad, confianza y fluidez en sus acciones. Entre ellos, sobresale el gran interés por establecer una articulación estrecha de la ciencia y tecnología, con la política nacional, para de esta manera elevar su posicionamiento y convertirlas en puntal de desarrollo.

También se demuestra un desarrollo sostenido en la construcción de una infraestructura institucional con continuidad y avances significativos. Algunos de los alcanzados desde 1990 son enumerados por el CONPES (Colombia. Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2009), así:

- *el aumento de recurso humano altamente capacitado;*
- *los grupos y centros de investigación que mantienen una tradición gracias a la cual han alcanzado reconocimiento internacional;*
- *el creciente número de alianzas entre grupos y centros de investigación y desarrollo tecnológico, universidades y empresas que han alcanzado innovaciones que producen mayor competitividad para esos sectores;*
- *el creciente número de empresas que acceden a los distintos instrumentos de apoyo a la innovación y el desarrollo tecnológico;*
- *iniciativas para crear y enriquecer la cultura ciudadana alrededor de ciencia, tecnología e innovación a través de estrategias de apropiación.*

No obstante, igual se reconoce que el proceso ha sido lento e insuficiente para las necesidades de Colombia y aún respecto al desarrollo de otros países de la región. En general, se señalan seis grandes limitantes del Sistema (Colombia. Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2009):

- *bajos niveles de innovación de las empresas*

- *débil institucionalidad del Sistema,*
- *insuficiente recurso humano para la investigación y la innovación,*
- *ausencia de focalización de la política en áreas estratégicas de largo plazo*
- *baja apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación del conocimiento, y*
- *disparidades regionales en capacidades científicas y tecnológicas, lo que en conjunto deriva en*
- *baja capacidad para generar y usar conocimiento.*

Ya en 1994, el Documento Conpes 2739 (Colombia. Consejo Nacional de Política Económica y Social, 1994) planteaba una situación similar, analizándola por grupos de factores que incidían en este proceso:

- *Factores culturales e institucionales: Percepción limitada sobre la relación de la ciencia y la tecnología con el desarrollo; Insuficiente número de investigadores; Excesivo culto a lo extranjero y poca valoración de lo nacional; Deficiente sistema educativo y de enseñanza de la ciencia y la tecnología. Limitado nivel de institucionalización de las actividades CyT en términos de grupos, centros y redes de investigación consolidados.*
- *Factores económicos y financieros: Bajo nivel de inversión pública y privada y falta de articulación entre las fuentes de financiación que no permite desarrollar programas conjuntos.*
- *Factores organizacionales y de gestión: Instituciones de educación superior, con estructuras que no favorecen la investigación; Poca interacción entre las instituciones generadoras de conocimiento y los usuarios del mismo; Baja capacidad innovadora del sector productivo; Poca demanda del sector productivo por investigación y servicios tecnológicos. Falta de dinamismo económico, pérdida de competitividad, y dificultades de inserción en un mundo y un mercado internacional globalizados y en rápido proceso de cambio. Desarticulación entre el Sistema Nacional de CyT y el Sistema Nacional de Innovación. Insuficiente inversión pública y privada en CT+I. Escasa visibilidad internacional.*

Para atenderlos, las propuestas actuales apuntan a *articular políticas, programas, acciones y voluntades de los diferentes actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTel), en particular del sector público, para consolidar una Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, como una política de Estado en busca de lograr “Identificar, producir, difundir, usar e integrar el conocimiento para apoyar la transformación productiva y social del país”* (Colombia. Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2009)

2.4.3. Evaluación de los resultados de la actividad científica

Callon, Courtial y Penan (1993) son muy precisos al señalar las razones por las cuales es necesario establecer sistemas de evaluación de la actividad científica. Ellas están básicamente determinadas por la escasa disponibilidad de recursos y la consecuente necesidad de concursar por ellos, además de rendir cuentas sobre los mismos, en

términos de productos (volumen y visibilidad), pertinencia (aportes en el circuito del conocimiento e impacto socioeconómico) y eficacia (utilización de los recursos en relación con los demás ítems).

Los mismos autores identifican tres **objetos de evaluación**: -los actores de la investigación (los investigadores, bien sea individuos, grupos, laboratorios), -los operadores de la investigación (programas, organismos públicos y etc.) y -los sistemas de investigación en que se inscriben los dos anteriores. Colombia tiene experiencias en evaluación sobre esos tres objetos:

Respecto a los **actores de la investigación**, Colciencias realiza convocatorias nacionales para la Medición de Grupos de Investigación, Tecnología e Innovación, mediante las cuales los invita a concursar para su debido reconocimiento o clasificación, según un modelo y marco conceptual predefinido y divulgado ampliamente, que varía en cada convocatoria. Para tal efecto, a finales de los años noventa, se inicia la construcción del escalafón y la **Red ScienTI**¹⁷ que permiten evaluar los grupos y conocer los resultados de su trabajo. Este desarrollo también promovió que en el año 2002 se hiciera una clasificación de grupos de investigación en registrados y reconocidos. Un **Grupo Registrado** es aquel que está en una etapa inicial de desarrollo y prácticamente reporta su existencia mediante datos suministrados directamente por sus miembros en la base de datos ScienTI. La categoría de **Grupo Reconocido** es un reconocimiento que hace Colciencias a una trayectoria de investigación y producción científica, según una clasificación que corresponda al modelo diseñado para cada convocatoria y que, generalmente los sitúa en categorías A, B, C y D. En la convocatoria 2008, se incluyó la categoría A1, siendo la máxima del escalafón.

¹⁷ La Red ScienTI es la “Red Internacional de Fuentes de Información y Conocimiento para la Gestión de Ciencia, Tecnología e Innovación” que promueve un espacio público y cooperativo de interacción entre los actores de los sistemas y comunidades nacionales de ciencia, tecnología e innovación de sus países miembros (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, Ecuador, México, Panamá, Paraguay, Perú, Portugal, Venezuela). En ella participan Organismos Nacionales de Ciencia y Tecnología (ONCYTs), Organismos Internacionales de Cooperación en Ciencia y Tecnología (OICYTs), Grupos de Investigación y Desarrollo de Sistemas de Información y Conocimiento (GDIs) e Instituciones Promotoras (IPs).
<http://www.scienti.net/php/index.php?lang=es>

En todos los casos, el modelo ha establecido pesos específicos para la producción académica que está en total correspondencia con el **Sistema Nacional de Indexación y Homologación de Revistas Especializadas en CT+I**. Este sistema incluye la Base Bibliográfica Nacional, que contiene la información de las revistas científicas y académicas nacionales hasta el nivel de artículos a texto completo y también los títulos de las revistas extranjeras homologadas. Para el efecto, se llevan a cabo sendos servicios: el servicio permanente de indexación y el servicio de homologación (Colombia. Colciencias, 2013a).

El servicio permanente de indexación da lugar al **Índice Bibliográfico Nacional - IBN Publindex**, el cual se lleva a cabo conforme a criterios establecidos en un documento que se divulga entre los editores como guía del proceso de indexación y que tiene varias versiones, según se van consolidando los criterios y ajustándolos a parámetros internacionales. La actualización del índice Publindex se realiza dos veces al año, previa convocatoria y análisis de la información suministrada por los editores en una plataforma informática que permite la actualización en línea de la información de las revistas y de sus contenidos.

El servicio de homologación está diseñado para identificar y reconocer las revistas extranjeras especializadas de CT+I en una de las categorías establecidas para el Sistema Nacional de Indexación y Homologación. El listado de estas revistas se actualiza durante el segundo semestre de cada año, luego de que los servicios de indexación y resumen seleccionados por Publindex han publicado sus respectivas actualizaciones.

Tanto el servicio de indexación como el de homologación, tienen en cuenta los lineamientos trazados respecto a los **servicios de indexación y resumen (SIRES)** considerados de calidad, así como el documento guía ya mencionado. De ellos se tienen algunas versiones que se van ajustando en cada convocatoria, siendo las más recientes las publicadas en 2013 que introducen cambios importantes en los criterios (Colombia. Colciencias, 2013c). Uno de ellos intenta corregir una falla estructural del sistema, según la cual los índices de citas *ISI Web of Science* y *Scopus* no tenían una valoración destacada entre los servicios de indexación y resúmenes

seleccionados por Colciencias. A partir de 2013, sí se establecen claramente las diferencias y se clasifican en la máxima categoría, diferenciando además, la ubicación en los cuartiles. La lista de SIREs se amplía de 26 a 83 (Colombia. Colciencias, 2013c), pero todavía es un documento en proceso de aplicación y luego habrá que analizar los resultados de este cambio.

Con este Sistema, Colciencias busca “incrementar y fortalecer la calidad, cantidad, visibilidad, impacto y reconocimiento de las revistas nacionales especializadas de ciencia, tecnología e innovación, así como los artículos científicos publicados en ellas”. Adicionalmente, lleva a cabo un programa de capacitación para editores y de promoción de la cultura Open Access para las mismas revistas científicas nacionales, así como su inclusión en bases de datos de acceso abierto y en repositorios. (Colombia. Colciencias, 2013a).

Charum (2004) analiza detalladamente la historia de Publindex, siendo el mismo autor uno de sus protagonistas. Por su parte, Delgado Troncoso (2009) también presenta las características de este índice y su papel en la evolución de las capacidades de ciencia, tecnología e innovación de Colombia. De hecho, para la versión de 2013 se trabajaron en simultánea los documentos referentes para la medición de grupos, la indexación de revistas y los servicios de indexación y resumen, como se ha descrito.

Como se observa, contrario a los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación del mundo, el colombiano centra su atención en los grupos de investigación más que en los investigadores, y es en función de ellos que se evalúa la actividad científica del país.

En cuanto a los **operadores de la investigación**, puede decirse que siendo consecuentes con la dinámica que asume la investigación en Colombia y su claro fortalecimiento en sus últimos años, se emprenden también procesos de evaluación que contribuyen a configurar cuadros de seguimiento y análisis de tendencias sobre esas actividades de ciencia y tecnología. En concreto, Colciencias ha promovido la evaluación relacionada con el impacto de programas e instrumentos utilizados por la

entidad en las áreas de formación de recursos humanos, incentivos y exenciones a las inversiones en actividades científicas y tecnológicas, evaluación del Sistema Nacional de CT+I, impacto del Programa Ondas¹⁸ y del Programa Jóvenes Investigadores¹⁹, entre otros. (Colciencias, 2007)

Por último, respecto a los **sistemas de investigación** en que se inscriben los dos objetos de evaluación anteriores, Colciencias (2005) realizó una convocatoria pública con el objeto de *Identificar el proponente que llevara a cabo el estudio de Evaluación del “Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 1990-2004” y la evaluación ex - post de los resultados e impacto del “Programa Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico, BID Etapa III (1995-2003)”*. Los términos de la convocatoria son extensos y apuntan a una evaluación detallada e integral, pero tienen el propósito principal de identificar el impacto del Sistema en la sociedad colombiana, así como desarrollar una metodología para identificar, analizar, evaluar y prever de manera dinámica, la estructura, formulación de políticas, asignación y adecuación de recursos, desempeño de la gestión y operación, rol de los actores e impacto de sus resultados. Es decir, el establecimiento de un sistema que permita monitorizar permanentemente las actividades que en materia de ciencia y tecnología realiza Colombia. Este proyecto fue adjudicado al Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología y corrió a su cargo.

Previo a este trabajo, se realizó uno sobre la **Evaluación de Programas de Investigación y de su Impacto en la Sociedad Colombiana** que fue desarrollado entre 2002 y 2004 conjuntamente por la Universidad del Rosario, la Universidad de los Andes y el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, mediante contrato con Colciencias. A partir de evaluaciones específicas, se construyó un conjunto de modelos generales de evaluación del impacto de la investigación en la sociedad, para luego extenderlos a un esquema general de indicadores viables que permitieran hacer un seguimiento permanente a los impactos de la investigación en la sociedad colombiana.

¹⁸Ondas es un Programa de Colciencias para el fomento de una cultura ciudadana de CTI en la población infantil y juvenil de Colombia, a través de la investigación como estrategia pedagógica; creado en el 2001 por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación - Colciencias y la Fundación FES Social.

¹⁹ Jóvenes Investigadores es un programa que busca que profesionales jóvenes establezcan vínculos con grupos y centros de investigación y desarrollo tecnológico, y se involucren en sus actividades, con el objeto de promover la apropiación de los métodos y los conocimientos del quehacer científico y tecnológico, orientados por la metodología de “aprender haciendo”.

No obstante la importancia de estos ejercicios puntuales, Colombia no cuenta aún con una plataforma especialmente diseñada para evaluar de manera permanente y sistemática los diferentes componentes del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Gracias a la iniciativa del Ministerio de Educación Nacional - MEN, que estableció convenios con el Grupo SCImago, se cuenta ya con un trabajo para monitorizar la producción científica colombiana visible internacionalmente, como se detalla en el siguiente apartado.

2.4.4. Los estudios métricos de la información científica en Colombia y América Latina y el Caribe.

Tan recientes como la trayectoria de la investigación en Colombia, son los estudios métricos de la información realizados sobre su producción científica. En ello han incidido tres hechos principales: a) la disponibilidad de **sistemas de información** que registren la información científica producida en el país; b) la reciente existencia de **instituciones** formalmente responsables de monitorizar el desarrollo de la ciencia y la tecnología colombianas mediante la generación y desarrollo de indicadores internacionalmente aceptados; c) el escaso desarrollo de los estudios métricos de la información en Colombia como área de formación académica y como área de investigación.

Respecto a la disponibilidad **de sistemas de información** se resalta la incorporación del país a la **Red ScienTI**, -ya mencionada- hecho que prácticamente determinó el desarrollo de bases de datos nacionales que registraran la información científica generada por investigadores y grupos de investigación colombianos. En 2002 sucede el lanzamiento en Colombia de la **plataforma ScienTI**²⁰ que reúne varias bases de datos, entre ellas las relacionadas con los curriculum vitae de investigadores de América Latina y El Caribe (CvLAC) y los grupos de investigación de la misma región (GrupLAC), principales fuentes de consulta sobre la producción científica que declaran y registran en línea los mismos actores del Sistema Nacional de Ciencia y

²⁰ Detalles sobre la información que reúne la plataforma ScienTI-Colombia se encuentra en <http://www.colciencias.gov.co/web/guest/scientihome>

Tecnología. De igual manera Colciencias, en colaboración con el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, desde el año 2001 desarrolló el **Sistema Nacional de Indexación y Homologación de Revistas Especializadas en CT+I** que incluye un Índice Nacional de Publicaciones Seriadadas Científicas y Tecnológicas Colombianas **Publindex**²¹, en el cual se registran los artículos publicados en revistas de ciencia y tecnología nacionales. Se tiene además, un servicio permanente de homologación de revistas que brinda datos sobre las publicaciones seriadadas extranjeras que han publicado artículos de investigadores colombianos²².

A partir de 2009, el Ministerio de Educación Nacional va más allá al trascender en la comprensión sobre el alcance y solidez de los sistemas de información requeridos para realizar un efectivo seguimiento a la producción científica del país. Al asumir que era necesario contar con un enfoque global y de manera integral, se interesó en los proyectos del Grupo SCImago y contó con su asesoría para configurar **El Atlas colombiano de la ciencia**, como una herramienta de análisis que proporciona información de calidad, pertinente y relevante y permite a las Instituciones de Educación Superior (IES) conocer cuál es la situación de la producción científica nacional e institucional.

Dicho grado de producción es cotejado con la similar de otros países con el fin de definir y elegir las mejores estrategias que permitan mejorar su visibilidad y de ese modo fomentar el mercadeo de la ciencia, el intercambio tecno-científico y el desarrollo de proyectos con la participación de entidades nacionales e internacionales.

El contenido de este módulo está estructurado en tres (3) bloques de información:

- El primero muestra los indicadores del país, respecto a la producción científica y su impacto en la comunidad internacional.

²¹<http://201.234.78.173:8084/publindex/>

²² En ambos casos las revistas se clasifican según niveles de calidad de acuerdo con el Decreto 1279 del 19 de junio de 2002 (Ministerio de Educación Nacional) en el cual se establecen cuatro categorías de indexación para las revistas nacionales. Según los criterios de Colciencias, se clasifican, indexan u homologan las revistas especializadas indexadas internacionalmente, en los tipos A1 y A2. Para las demás revistas que cumplan los criterios de Colciencias, esta institución las clasifica, indexa u homologa en los tipos B y C.

- El segundo se refiere a las publicaciones especializadas y su posición en el contexto internacional.
- El tercero muestra información asociada a la producción de cada entidad respecto al contexto regional y mundial, que utiliza la base de datos **SciVerse Scopus®**, de *Elsevier*, como la fuente de información. Cabe mencionar que sólo a partir de 2007 Colombia obtuvo el acceso a la base de datos **Web of Knowledge**, mediante una estrategia de consorcio²³ con el entonces *Thomson Scientific*; estrategia impulsada por Colciencias en la que participaron las principales universidades colombianas. Estudios bibliométricos previos realizados con esta base de datos se llevaron a cabo con la colaboración misma de Thomson Scientific o de instituciones como el CSIC de España. Con la misma figura de consorcio, Colombia cuenta hoy con la base de datos **SciVerse Scopus®**.

En cuanto a la **institución** formalmente responsable de monitorizar el desarrollo de la ciencia y la tecnología colombianas mediante la generación y aplicación de indicadores internacionalmente aceptados, el país tiene el **Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología - OCYT**, creado en 1999 como un centro de investigación que tiene por misión investigar sobre el estado y las dinámicas de Ciencia, Tecnología e Innovación, producir indicadores, informar y transferir metodologías de medición a los diferentes actores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología - SNCyT.

Respecto a los **indicadores**, José Luis Villaveces, el segundo director del OCyT, señala *“En general, Colombia no ha tenido estadísticas de ciencia y tecnología. Se han hecho algunos esfuerzos en el pasado por parte de las Misiones, del Departamento Nacional de Planeación o de Colciencias, pero han sido trabajos bastante preliminares”* (OCyT, 2005). Un trabajo estructurado sobre construcción de indicadores de contexto, insumos y productos de ciencia, tecnología e innovación se refleja por primera vez en Colombia en el libro **Indicadores de Ciencia y Tecnología, Colombia 2004** (OCyT, 2005) en el cual se analiza la situación colombiana entre 1990 y 2003, cuando ello es posible, o lapsos comprendidos en este

²³ <http://scientific.thomson.com/press/features/2007features/8396148/>

período según disponibilidad de la información. El segundo libro, que introduce nuevas elaboraciones e interpretaciones, data de 2006 (OCyT, 2007) y contiene indicadores que acumulan y amplían el análisis alcanzado en el libro anterior hasta 2005. Igual sucede con la edición de 2008, aunque las publicaciones de 2007 y 2009 fueron publicadas como ediciones de bolsillo. El libro *Indicadores de Ciencia y Tecnología Colombia 2010* (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2010) ofrece una versión ampliada con dos secciones: Una, donde se presentan las estadísticas e indicadores acostumbrados por el OCyT, pero esta vez abarcando el período 2000-2009 e incluyendo elementos metodológicos y todos los desgloses que permiten las variables. Y dos, un análisis sobre temas considerados fundamentales tanto para el OCyT como para el SNCT+I: indicadores de inversión, caracterización del capital humano, caracterización de las capacidades departamentales, Pubindex, las mujeres en el SNCT+I. En todas las ediciones se incluyen indicadores sobre la **producción bibliográfica**, con diversos enfoques y alcances, y utilizando diferentes bases de datos.

Los estudios métricos de la información, como área de formación académica, se desarrolla parcialmente en los programas de bibliotecología y ciencia de la información existentes en Colombia, debido a su marcada orientación hacia la bibliotecología o la archivística y poco hacia la documentación. Cuando se presenta la bibliometría, se trata de una asignatura obligatoria u opcional dentro del plan de estudios o se limita a contenidos parciales de otros cursos. Igual, ha sido tema de convocatoria para cursos y talleres de extensión, pero de manera puntual y no periódica. No obstante, es posible encontrar en el contexto de estos programas algunos trabajos académicos en bibliometría, incluyendo tesis de grado en esta línea, pero especialmente relacionados con colecciones de bibliotecas o títulos de revistas. Trabajos académicos de igual índole se encuentran en universidades que no imparten esos programas y reportan algunos estudios bibliométricos como trabajos y tesis de grado en otras disciplinas.

Como área de investigación, la bibliometría aplicada a la producción científica surge en el ámbito nacional a partir del interés por la evaluación de la investigación, en la que se empieza a incursionar de manera formal en la década de 1990, época durante

la cual se resalta una especial dinámica de la ciencia y la tecnología colombianas. Al relatarla experiencia colombiana en la puesta en marcha del Observatorio de Ciencia y Tecnología - OCyT (Ordóñez, 2002) su primer Director Ejecutivo da cuenta de las instituciones y personas que desde 1996 iniciaron los trabajos tendientes a producir y analizar indicadores cuantitativos, y destaca a Yuri Gómez, Juan Carlos Andukia, Julián Gómez y Jorge Charum -director del Grupo de Ciencia, Tecnología y Sociedad de la Universidad Nacional de Colombia-, como los primeros en aplicar técnicas cuantitativas en la práctica, a partir de la información sobre proyectos de investigación disponibles en Colciencias. Más adelante, se detallarán los estudios realizados en Colombia o sobre Colombia en esta área y las personas e instituciones responsables de ellos.

En el ámbito latinoamericano, el interés por los indicadores y los estudios métricos de la información científica también es relativamente reciente pues es en 1995 cuando se crea la **Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana- (RICYT)**²⁴. Este espacio también ha permitido desarrollos importantes de la bibliometría en los países miembros y juega un papel determinante en las relaciones con instancias similares del orden internacional. En su propio contexto regional, la RICYT ha asumido una agenda activa en la que se desarrollan frecuentes reuniones de trabajo, talleres y seminarios, que van haciendo más elaborados los indicadores y su aplicación en estudios cuantitativos y bibliométricos, y que permiten análisis comparados de la situación en la región y de ésta con otros puntos geográficos.

Entre los indicadores bibliométricos que compila la RICYT, están los relacionados con las siguientes bases de datos: SCI, Pascal, Inspec, Compendex, Chemical, Biosis, Medline, CAB, ICYT, IME, Periodica, Clase, Lilacs. Además, los resultados de SCI y Pascal se presentan tanto en relación con el gasto en I+D, como con respecto al número de habitantes y al número de investigadores.

²⁴<http://www.ricyt.edu.ar/>

Ya desde el *Taller sobre Obtención de Indicadores Bibliométricos* (1998) se había manifestado preocupación por las bases de datos utilizadas en ese momento para obtener ese tipo de indicadores, pues se advertían las siguientes dificultades:

- *Inexistencia de una base de datos que cubriera la mayor parte de la producción científica iberoamericana.*
- *Problemas de legitimidad de los indicadores bibliométricos elaborados a partir del Science Citation Index, debidos fundamentalmente al sesgo, tanto temático como de idioma, de esta base de datos. A este sesgo se sumaba el hecho de que menos del 1% de las revistas científicas de los países de Iberoamérica son recogidas por el ISI.*
- *La inexistencia de suficientes bases de datos nacionales que cubrieran la producción bibliográfica de los diferentes países.*
- *La existencia, sin embargo, de bases de datos regionales y multicéntricas, temáticas y multidisciplinarias, que recogían parte de la producción bibliográfica, tales como LILACS - Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud, AGRIS - Sistema Bibliográfico Internacional de Información sobre Ciencias y Tecnologías Agrícolas, CLASE - Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades y PERIÓDICA - Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias.*

En igual sentido, ya se habían pronunciado antes expertos en el tema, pero fue en el Primer Taller sobre Publicaciones Científicas en América Latina, celebrado en Guadalajara, Jalisco, México en 1994, donde luego de poner de manifiesto la falta de un sistema de información propio para las revistas científicas que se producen en América Latina y el Caribe (ALyC), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), asumió el liderazgo y hacia finales de 1995 ya tenía una primera versión del proyecto, al cual se dio el nombre de **LATINDEX**²⁵ -Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal- es producto de la cooperación de una red de instituciones que funcionan de manera coordinada para reunir y diseminar información bibliográfica sobre las publicaciones científicas seriadas producidas en la región. Como elemento indispensable del sistema se planteó desde un principio que éste tuviera un carácter regional; que al no estar centralizado en una determinada institución o país, basara su fortaleza en el trabajo compartido y en la cercanía a las fuentes que generan o distribuyen datos sobre dichas publicaciones.

Desde octubre de 2002 se cuenta con la Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal - REDALYC, proyecto impulsado por la Universidad Autónoma de Estado de México (UAEM), con el objetivo de contribuir a la difusión y visibilidad de la actividad científica editorial que se produce en y sobre

²⁵<http://www.latindex.org/>

Iberoamérica. Con este portal se intenta enfrentar el reto que la misma Red explica en los siguientes términos: el marcado carácter endógeno de las revistas producidas en Iberoamérica parte de un círculo vicioso según el cual, se trata de revistas poco reconocidas en su ámbito disciplinar pues sólo publican en ellas los investigadores de la misma institución donde se edita la revista; por esa misma razón, los investigadores que potencialmente podrían estar interesados en sus resultados ni leen esas revistas ni postulan sus textos a ellas. Para la inclusión de los títulos en Redalyc, se emplea la misma metodología Latindex, que vela por integrar sólo publicaciones con parámetros de calidad editorial internacional, dictaminadas por pares académicos y que publican, en su mayoría, resultados originales de investigación científica. Actualmente (2011) ofrece acceso a un poco más de 750 títulos de revistas y cerca de 160.000 artículos en texto completo e incluye un módulo denominado Atlas Cienciométricos que permite conocer las características de la producción regional e identificar la cartografía de la estructura de la ciencia latinoamericana en conjunto, por países e instituciones.

Para el ámbito Iberoamericano, el **Grupo SCImago** se ha ocupado de diseñar plataformas especiales que permiten analizar la producción científica de la región, y en las cuales aplica el concepto de **Atlas de la Ciencia** e incorpora un amplio conjunto de indicadores cienciométricos y técnicas avanzadas de visualización y representación de la información. En esta línea ha desarrollado los productos *Ranking Iberoamericano de Instituciones de Investigación - RI3*²⁶ y *Atlas of Science*²⁷ que recogen la producción iberoamericana registrada en Web of Science 1995-2005, y las aplicaciones *SCImago Institutions Rankings - SIR*²⁸, *SCImago Journal & Country Rank*²⁹ y *SCImago Worldwide Ranking - SWR*³⁰, que cubren la producción científica mundial registrada en la base de datos *SciVerse Scopus*; en ellas, los países iberoamericanos pueden ser consultados individualmente y, en algunos casos, por regiones.

²⁶<http://investigacion.universia.net/isi/isi.html>

²⁷<http://www.atlasofscience.net>

²⁸<http://www.scimagoir.com>

²⁹<http://www.scimagojr.com>

³⁰<http://www.atlasofscience.net/swr/index2.asp>

2.4.5. Estudios realizados sobre la producción científica colombiana

Un panorama general sobre estudios métricos de información científica realizados en Colombia puede obtenerse a partir del trabajo llevado a cabo por las instituciones e instancias que tienen relación directa con las actividades de ciencia y tecnología en el país. Por esto, se presenta una revisión de los estudios adelantados por el OCyT y algunos investigadores y grupos que abordan la bibliometría dentro de su área de trabajo, así como la participación colombiana en RICYT y en espacios como **Esocite**³¹, representativos en el tema. Antes de este tipo de trabajos, más formales y regulares, hubo algunos esfuerzos puntuales asociados al levantamiento de estadísticas de ciencia y tecnología. La Misión de Educación, Ciencia y Desarrollo (1994) hace una única, pero dramática mención a la producción científica de Colombia en 1991, según se muestra en la **Figura 7**, que sirve como referente básico:

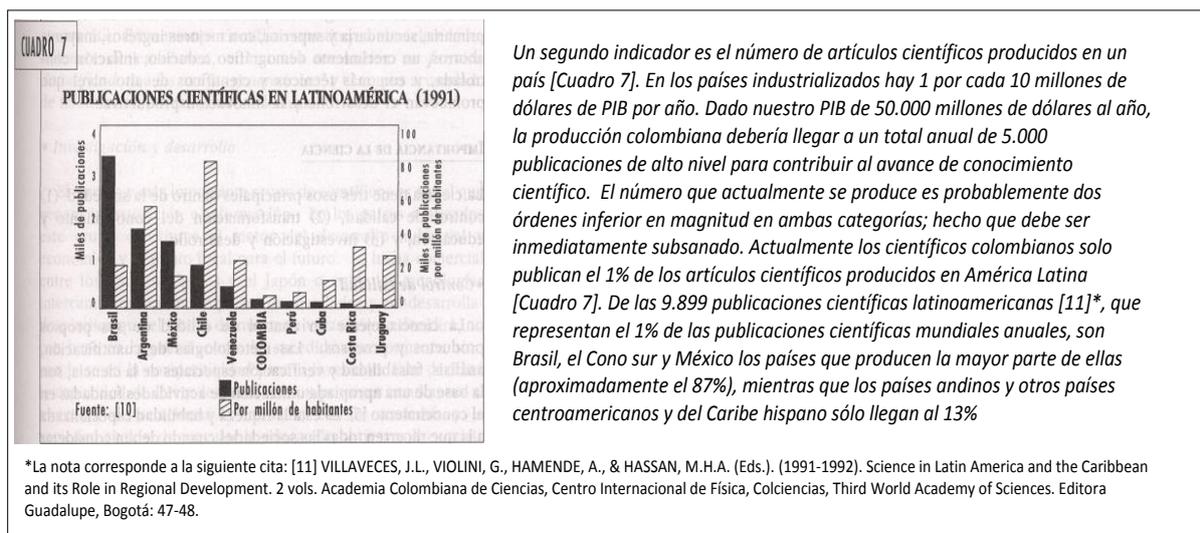


Figura 7. Publicaciones científicas en Latinoamérica, 1991.

Tomado de: Colombia. Misión (1994)

El **Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología - OCyT** presenta varias publicaciones con estudios cuantitativos del país. En la entrega de **Indicadores de Ciencia y Tecnología, Colombia 2004** (Observatorio Colombiano de Ciencia y

³¹ Las Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, ESOCITE, se han constituido en un espacio de reflexión sobre las actividades de ciencia y tecnología de la región. Investigadores consagrados a los estudios sociales de la ciencia y la tecnología se reúnen periódicamente para presentar y discutir los resultados de su trabajo. Hasta el momento, se han realizado ocho Jornadas: Buenos Aires, Argentina 1994; Caracas, Venezuela, 1996; Querétaro, México 1998; Campinas, Brasil 2000; Toluca, México 2004, Bogotá, Colombia 2006; Rio de Janeiro, Brasil, 2008 y Buenos Aires, Argentina 2010.

Tecnología, 2004) se muestra la información correspondiente a la producción bibliográfica colombiana vista desde dos bases de datos: el *Science Citation Index - SCI* y la base bibliográfica producida por el *Commonwealth Agriculture Bureau - CAB*. El análisis comprende el período 1999-2002.

La producción bibliográfica también es analizada en este libro desde la perspectiva de la **Circulación de los artículos de los grupos de investigación colombianos, 1991-2003**, para lo cual se utiliza la información reportada en el módulo GrupLAC de la plataforma ScienTI. En este caso, los indicadores apuntan a identificar la presencia de los artículos científicos colombianos en revistas reconocidas por servicios de indexación y resumen o en fuentes como el *Ulrich's International Periodicals Directory*.

Por su parte, el libro de **Indicadores de Ciencia y Tecnología, Colombia 2005** (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2005) dedica tres capítulos a presentar el panorama de la producción bibliográfica nacional, así:

- **Productos bibliográficos y circulación de artículos científicos:** Presenta algunos indicadores construidos a partir de las bases de datos de CvLAC y GrupLAC, registrados en la plataforma ScienTI. Considera tres tipos de productos bibliográficos: artículos científicos, libros de investigación y capítulos de libros de investigación publicados durante el período 1999-2004 y hace énfasis en su cantidad, clasificación temática y, para el caso de los artículos, visibilidad.
- **Revistas indexadas y homologadas en Colombia:** A partir de información obtenida en Publindex y del proceso de homologación con datos de 2005, se construyeron tres indicadores: existencia bibliográfica en las bases de datos ISSN internacional y nacional y en directorios de referencia internacional; concentración de las revistas por agrupaciones en áreas del conocimiento, por entidad territorial y por instituciones editoras; y circulación en servicios de indexación y resúmenes.
- **Producción bibliográfica en el Science Citation Index Expanded - SCI Expanded:** Comprende el período 1984-2003 y los diez primeros meses del 2004. Analiza la información de cuatro de los cinco países andinos: Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Los tres primeros, por el interés de tener una representación de sus

capacidades científicas nacionales cuando participan de manera conjunta en las negociaciones actuales del Tratado de Libre Comercio - TLC; el cuarto, porque es una referencia de un país con mediano desarrollo, al igual que Colombia, en el campo de la ciencia y la tecnología en la región.

Para los años 2007, 2009 y 2011 el OCyT publica los indicadores de ciencia y tecnología en unas ediciones de bolsillo (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2011) e incluye en ellos estadísticas básicas sobre los artículos indexados en el Science Citation Index y las revistas indexadas en Publindex. El libro de indicadores de 2008 (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2009) presenta, además, información básica de la producción científica registrada en la base de datos *SciVerse Scopus®* durante el período 2000-2007, pero no capítulos con estudios similares a los anteriores, como sí lo hace la entrega de 2010 (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2010) conformada por dos secciones: una con las estadísticas tradicionales del OCyT y otra con una serie de artículos de análisis en temas de estudio del Observatorio, entre los que cabe resaltar las capacidades de investigación en los departamentos colombianos, las mujeres en el SNCyT, el balance de diez años de Publindex, entre otros.

Además de sus libros sobre Indicadores de Ciencia y Tecnología, el OCyT ha realizado varios estudios bibliométricos y participa activamente en eventos representativos del tema. Estudios sobre *la ciencia y la tecnología en las universidades colombianas* (Lucio, 2003) y sobre *la biotecnología en Colombia, Costa Rica, México y Venezuela* (OEA, Colciencias, OCyT, 2004) contienen apartes con información sobre la producción de artículos científicos y su circulación. En el mismo sentido se publica el trabajo titulado *De historia y sociología de la ciencia a indicadores y redes sociales* (Orozco y Chavarro, 2006), que ofrece un análisis de las redes sociales en agrobiotecnología durante el período 1991-2004 y, entre ellas, de las redes cognitivas conformadas a partir de análisis de coautorías en artículos y revistas indexadas reportadas en ScienTI.

Un trabajo exclusivamente bibliométrico es el titulado *Estructuración de la información bibliográfica en la base CAB de autores vinculados a instituciones colombianas, 1997 a 2002* (Charum, J. y Usgame, D., 2005). A partir de la

información estructurada, se hacen emerger los temas de investigación presentes y se establecen los contextos en que se ubican los temas identificados, así como sus evoluciones. El artículo también señala diversas formas de utilizar la información estructurada.

Otro trabajo de los mismos autores, fue presentado como ponencia en Esocite 2006 con el título **La producción bibliográfica y la cooperación internacional en los países de la Comunidad Andina de Naciones; 1984-2004** (Charum, J. y Usgame, D., 2006). En este caso, se analizan los artículos con coautores de los cinco países de la CAN³², publicados durante el período 1984-2004 y registrados en la base *Science Citation Index Expanded*. Con esta información se obtienen representaciones de las evoluciones en el tiempo de la producción nacional, se identifican los perfiles temáticos nacionales según grandes áreas de la ciencia y la tecnología y de cooperación internacional, y se establece la distribución de los artículos según especialidades de la ciencia y la tecnología.

Del OCyT también es el trabajo de **Redes de coautoría en la ciencia colombiana: 1999-2004** (Bernal, A. y Llanos, E., 2006). A partir de los datos registrados en las bases documentales de cuatro servicios de indexación y resúmenes - SIRES (Index Medicus, Science Citation Index, PsycINFO y CAB Abstracts) se construye una red de coautorías cuyos nodos son investigadores, existiendo un vínculo entre dos nodos si son coautores de un mismo producto bibliográfico; la caracterización se realiza en términos topológicos. La red está constituida por 19.352 nodos y abarca el periodo 1961-2004; además, se hace un estudio dinámico, analizando las redes formadas en los periodos 1961-1999, 1961-2000 y 1961-2004.

Entre los trabajos realizados por el Observatorio cabe destacar el **Mapa del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología**, proyecto de cooperación mutua entre Colciencias y el OCYT, cuyo objetivo apunta a preparar y adelantar el mapa del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología con el fin de proporcionar una primera visión del comportamiento y la estructura del Sistema, que a su vez permita identificar la

³²La Comunidad Andina de Naciones - CAN tuvo sus orígenes en 1969 con la intención de estrechar los lazos de los países de la zona andina (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) para promover el desarrollo armónico y equilibrado de sus pueblos. A comienzos de 2006, Venezuela se retiró de ella.

naturaleza y dimensión de las actividades científicas y tecnológicas llevadas a cabo en el país, la producción científica y tecnológica, el papel de las instituciones que actúan en el sistema, así como la caracterización del recurso humano, institucional y de infraestructura con que cuenta el Sistema en la actualidad.

La participación de Colombia en los eventos y proyectos de la **Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana - RICYT** ha sido importante para afianzar el trabajo cuantitativo sobre su producción científica. Prueba de ello es el incremento paulatino de su nivel de participación en este espacio y del mayor número de investigadores interesados en el tema.

El **Grupo de Investigación de la Facultad de Economía de la Universidad del Rosario**³³ es otro punto de referencia para identificar estudios cuantitativos sobre los productos de investigación colombiana, específicamente los realizados dentro de la línea de investigación **Economía del Conocimiento y la Innovación**, que está dedicada a analizar el conocimiento como factor esencial del crecimiento económico y el comportamiento de comunidades académicas y científicas. En algunos de sus trabajos se encuentran capítulos que abordan el tema, pero también hay trabajos exclusivamente dedicados a la cuantimetría. Existen varios ensayos, publicados por la Universidad del Rosario dentro de su serie Borradores de Investigación, que forman parte de un proyecto realizado entre la Universidad del Rosario, la Universidad de los Andes y el Observatorio de Ciencia y Tecnología, con financiación de Colciencias, bajo el título **Evaluación de Programas de Investigación y de su Impacto en la Sociedad Colombiana**, que concluyó en 2004. Uno de esos ensayos examina las **Tendencias de las publicaciones colombianas en revistas indexadas internacionales durante el período 1966-2002** (Riaga Guerrero, Sergio, *et al.*, 2005). En él se recoge un análisis cuantitativo de las publicaciones objeto de estudio y se examinan el volumen, la distribución y la visibilidad internacional de la producción científica nacional publicada en diferentes áreas temáticas de las ciencias. Comprende también un ejercicio exploratorio sobre las redes de coautorías nacionales e internacionales que se han formado entre 1966 y 2002. Según los autores, aunque los resultados son de carácter preliminar, constituyen un primer

³³http://www2.urosario.edu.co/urweb/FASE1/economia/econ_inve_publicaciones_1.htm

cuadro descriptivo de la actividad científica nacional en términos de producción de textos científicos. Al final, señalan algunas recomendaciones para el diseño de un sistema global de medición permanente de la actividad científica dentro del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología colombiano. En la misma línea están los ensayos **Recuento crítico de la bibliografía sobre los impactos de la investigación y sus indicadores** (Forero; Jaramillo y Zambrano, 2004); **La dinámica de las publicaciones y las patentes como una aproximación al desarrollo científico y tecnológico de los países** (Forero; Jaramillo y Zambrano, 2004) y **Políticas y resultados de ciencia y tecnología** (Jaramillo, Hernán; Botiva, María A.; Zambrano, Andrés, 2004). También, se destaca el ensayo titulado **Acompañamiento de la ciencia colombiana a las políticas públicas** (Riaga, S., Villa, A.M., Velasco, M., 2004), en el cual se realiza un análisis cualitativo y cuantitativo para evaluar la distribución y la cobertura temática de algunas de las investigaciones realizadas entre 1990 y 2002, en los diversos tópicos asociados con las políticas públicas sociales. Por último, en el 2008 se dan a conocer los resultados generales de la investigación **La producción científica de las universidades colombianas, 1998-2007**, con base en lo registrado por 19 instituciones de educación superior en las bases de datos **WoS** y **SciVerse Scopus®** (Chaparro, 2008).

Cabe anotar que en este mismo sentido, recientemente se presentó en la Universidad Carlos III de Madrid, la tesis doctoral titulada **Actividad investigadora de las Instituciones de Educación Superior colombianas en WoS entre el 2000 y 2009** (Villegas Echavarría, 2012). En ella se caracterizan los patrones de comportamiento de la investigación universitaria en Colombia y se contrasta con la producida por las demás instituciones de investigación del país; se mide el estado de las disciplinas científicas a las que se dedican las IES y se determina la situación y las tendencias de su producción científica, en los niveles regional, nacional e internacional.

Existen estudios independientes que presentan elaboraciones sobre la producción científica colombiana. Uno de ellos indaga sobre **El impacto de la producción bibliográfica de nuevo conocimiento en ciencia, tecnología e innovación en Colombia de 1996 al 2005** (Castro, L. *et al.*, 2006). A partir de los datos consignados en la base nacional de productos y de la plataforma ScienTI-Colombia, se realizó un

análisis cuantitativo del impacto de la producción bibliográfica del período en mención, registrada por los 1.825 grupos reconocidos, en un total de 30.123 publicaciones en revistas científicas de circulación periódica indexadas u homologadas.

Un repaso por la prestigiosa revista especializada en el tema, *Scientometrics*, permite identificar cuatro artículos relacionados con Colombia y tres de ellos directamente referentes a su producción científica en conjunto: *Bibliometric output from Colombian researchers with approved projects by Colciencias between 1983 and 1994* (Anduckia, J.C., Gómez, J. y Gómez, Y.J., 2000) en el cual se analiza la producción científica de algunos programas nacionales de investigación a la luz de varios indicadores sobre publicaciones en revistas nacionales e internacionales y tesis de pregrado, maestría y doctorado. El otro artículo titula *Is it opened or closed? : colombian science on the move* (Meyer, J.B. et al., 1995), y analiza la producción colombiana registrada entre tres fuentes de información: la base de datos PASCAL; las bases de datos de agencias de cooperación científica internacional con proyectos que apoyan en países en desarrollo; y la base de datos del Comité de Investigaciones y Desarrollo Científico de la Universidad Nacional de Colombia. Según las características de cada base de datos, el análisis cubre diferentes períodos, pero en general, corresponde a los años 1977-1993. Los autores señalan que la combinación de estas bases de datos converge en un ejercicio de epistemometría [según la propuesta de M. Krauskoff (1994)] para describir la actividad y producción científica colombiana. El tercer artículo, de reciente aparición, es el titulado *Growth of scientific production in Colombian universities: an intellectual capital-based approach* (Bucheli, y otros, 2012) y tuvo como objetivo estudiar la producción de conocimiento de las universidades colombianas, en función de su acumulación de capital intelectual; esto es, su capacidad para generar conocimiento mediante estrategias tales como aumento de docentes de tiempo completo, programas de doctorado, programas de movilidad, acreditaciones institucionales, clasificación de grupos de investigación, acceso a fondos estatales y otras fuentes de financiamiento para la investigación. Para ello observaron la producción científica que estas universidades tenían registrada en WoS durante el período 1958-2008 y categorizaron las instituciones de acuerdo con tres

tendencias de crecimiento: a) *crecimiento exponencial de edad temprana*, que son aquellas (un 9%) que llevan más años adaptándose a las condiciones necesarias para acumular capital intelectual y han publicado por lo menos un documento en los últimos veinticinco años; actualmente publican más de diez por año; b) *crecimiento exponencial de edad tardía*, correspondiente a las universidades (un 44%), que llevan un corto período de acumulación y durante los últimos cinco años han publicado alrededor de diez artículos anuales y c) *crecimiento lineal e irregular*, que son aquellas (un 47%) que empezaron a publicar recientemente y no lo hacen todos los años, de manera que su tendencia no ha experimentado un crecimiento acelerado. El trabajo describe las relaciones entre estas tendencias de crecimiento y la acumulación de capital intelectual, sugiriendo como resultado que las estrategias utilizadas para esta acumulación están estrechamente relacionadas con las tendencias en la producción científica y esto brinda pautas para tomar decisiones relacionadas con la actividad de investigación.

Desde una perspectiva distinta, y de igual manera pertinente, se encuentra el artículo *Política científica colombiana y bibliometría: usos* (Gómez, Y.J., 2005), cuyo objetivo apunta a realizar una aproximación etnográfica a la política científica y al rol que la bibliometría juega en ese contexto. En concreto, se trata de entender la manera como la agenda política, en la práctica, implementa el modelo desarrollista, a partir del examen de una de las estrategias formuladas en el marco de la internacionalización, cual es el mejoramiento de las revistas científicas nacionales.

Otros estudios bibliométricos sobre la producción científica colombiana se limitan ya sea a instituciones, ámbitos disciplinares específicos o a títulos de revistas, o bien se enmarcan en estudios comparativos con otras regiones, en especial, de Iberoamérica y Latinoamérica, como se verá en otros apartes. Entre éstos cabe resaltar el artículo *Análisis cuantitativo de la literatura científica y sus repercusiones en la formulación de políticas científicas en América Latina y el Caribe* de Garfield, E. (1995), en el cual Colombia no se destaca en ninguno de los indicadores dados como ejemplos, pues en ningún caso ocupa los primeros cinco

lugares, que generalmente corresponden a Brasil, Argentina, México, Chile y Venezuela.

Más recientemente, entre 2009 y 2010, **el Ministerio de Educación Nacional** se interesó por identificar la producción científica colombiana de las instituciones que forman parte de su Sistema Nacional de Instituciones de Educación Superior - SNIES, y con la colaboración del Grupo SCImago, adelantó el proyecto denominado **Atlas colombiano de la ciencia** a partir de lo registrado en la base de datos **SciVerse Scopus®** durante el período 2003-2008. De acuerdo con lo que explica el Ministerio en su sitio web (Colombia. Ministerio de Educación Nacional, 2011), el Atlas constituye una herramienta de análisis para las Instituciones de Educación Superior (IES) quienes a partir de él pueden conocer cuál es la situación de la producción científica nacional e institucional, a su vez cotejada con la producción de otros países, y de este modo definir y elegir las mejores estrategias que permitan mejorar su visibilidad y fomentar la divulgación de la ciencia, el intercambio tecno-científico y el desarrollo de proyectos con la participación de entidades nacionales e internacionales. El contenido del Atlas se presenta en tres bloques de información: a) los indicadores del país, respecto a la producción científica y su impacto en la comunidad internacional; b) las publicaciones especializadas y su posición en el contexto internacional; c) la producción de cada entidad respecto al contexto regional y mundial.

En el 2011 también surgió el Ranking U-Sapiens Colombia, elaborado por el Grupo de Investigación Sapiens Research³⁴, que hasta el momento ha publicado dos versiones (Peña-Barrera, Ranking U-Sapiens Colombia 2010-1, 2011) y (Peña-Barrera, Ranking U-Sapiens Colombia 2010-2, 2011). Este Ranking clasifica las instituciones de educación superior colombiana según puntaje, posición y cuartil, de acuerdo con los siguientes criterios: a) revistas indexadas en Publindex; b) programas de maestrías y doctorados activos según el Ministerio de Educación Nacional, y c) los resultados de grupos de investigación clasificados por Colciencias. De acuerdo con los autores, los primeros cinco lugares coinciden (aunque no en todas las posiciones) con las reportadas por el **Scimago Institutions Rankings** y el **Webometrics Ranking of**

³⁴<http://www.sapiensresearch.org/>

World Universities, no obstante utilizar los sistemas de información nacionales y seguir una metodología que explica en cada emisión del Ranking.

Por último, se destacan dos tesis doctorales recientes que están directamente relacionadas con el tema de estudio: *International Research Collaboration, Research Team Performance, and Scientific and Technological Capabilities in Colombia: A Bottom-Up Perspective* (Ordoñez-Matamoros, 2008) y *Journal Publication in Chile, Colombia, and Venezuela: University Responses to Global, Regional, and National Pressures and Trends* (Delgado Troncoso, 2011). Además de lo que significan como aportes específicos al análisis de la ciencia y la tecnología en Colombia, estas tesis doctorales también demuestran el interés que va tomando este frente de investigación en el país y la dinámica que se genera.

Por lo demás, en la plataforma GrupLAC se encuentran algunos grupos que reportan líneas de investigación relacionadas con la cienciometría, tales como:

Grupo de Investigaciones. Facultad de Economía. Universidad del Rosario

<http://201.234.78.173:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000008051>

Creado en 1997.

Entre sus líneas de investigación, está la de Economía del Conocimiento y la Innovación, desde la cual llevan a cabo estudios cuantitativos.

Grupo de Investigación en Información, Conocimiento y Sociedad.

Universidad de Antioquia. Creado en 1998

<http://201.234.78.173:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000008625>

- 1.- Archivos, Memoria y Sociedad
- 2.- Biblioteca, Educación y Ciudadanía
- 3.- Información y Gestión del Conocimiento
- 4.- Información, Ciencia y Tecnología (iniciando con respaldo del Grupo SCImago)
- 5.- Terminología y Representación del Conocimiento

Sociedad, ciencia y tecnología en Colombia

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología - OcyT. Creado en 2000

<http://201.234.78.173:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000000037>

Líneas de Investigación declaradas por el Grupo:

- 1.- Cienciometría
- 2.- Estudios sociales de la ciencia y la tecnología
- 3.- Política de Ciencia y Tecnología

GRIEGO (Grupo Investigación en Gestión y Organizaciones)

Universidad Nacional de Colombia. Creado en 2001

<http://201.234.78.173:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000004188>

Líneas de investigación declaradas por el grupo

- 1.- Auditoría, Control e Interventoría
- 2.- Estrategia Organizacional
- 3.- Estudios de la Ciencia, Tecnología e innovación

- 4.-Gestion del Factor Humano
- 5.-Inteligencia Financiera
- 6.- Marketing
- 7.- Prospectiva / Vigilancia tecnológica / Inteligencia Competitiva
- 8.-Sistemas de Información Organizacionales

Grupo de Investigación en Ciencia, Tecnología y Sociedad.

Universidad del Valle. Creado en 2002.

<http://201.234.78.173:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000000862>

Líneas de Investigación declaradas por el Grupo:

- 1.- Educación Tecnológica bajo el Enfoque CTS
- 2.- Gobernanza en Redes Sociotécnicas
- 3.- Participación pública en ciencia y tecnología

Grupo de Investigación CTS

Universidad de Cartagena. Creado en 2002

http://190.27.248.91/cts/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=125

- 1.- Análisis y Gestión de Ciencia, Tecnología e Innovación
- 2.- Desarrollo Industrial y Competitividad
- 3.- Desarrollo Local, organización social e implicaciones de la Ciencia y la Tecnología
- 4.- Educación para un sistema regional de ciencia y tecnología
- 5.- Gestión medioambiental e implicaciones del desarrollo científico tecnológico

Grupo de Investigación sobre Gestión de la Investigación GDI

Universidad de los Andes. Creado en 2003

<http://201.234.78.173:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000007329>

Aunque no precisa las líneas de investigación, incluye estudios cuantitativos.

Grupo de Investigación Sapiens Research <http://www.sapiensresearch.org/>

Avalurbing. Creado en 2006

<http://201.234.78.173:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000011163>

Líneas de investigación declaradas por el Grupo

- 1.- Análisis de instituciones de educación superior
- 2.- Análisis y edición de textos
- 3.- Sociedad científica y académica de Iberoamérica

Redes y Actores Sociales.

Universidad de Antioquia, Creado en 2010

<http://201.234.78.173:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000011521>

- 1.- Análisis de Redes y Capital Social
- 2.- Estudios Sociales de la Ciencia y Sociedad del Conocimiento
- 3.- Redes de Políticas Públicas y Acción Colectiva

Corporación Colombiana del Saber Científico SCIO

<http://www.sciocorp.org> "identificación y caracterización de la población de colombianos altamente calificados en el exterior a partir del relacionamiento que mantiene con grupos de investigación o con pares en Colombia y, caracterizar su movilidad internacional y el tipo de colaboraciones académicas que se dan entre estos actores". Contrato de prestación de servicios Ministerio de Relaciones Exteriores - SCIO.

De acuerdo con lo expuesto es posible concluir que los estudios métricos de la información en Colombia, aunque recientes, presentan ya aportes que revelan algunas de las características de la producción científica nacional. En general, se encuentran estudios realizados sobre información registrada en los índices de citas *Web of Science®* y *SciVerse Scopus®*, en bases de datos regionales de reciente

construcción y, muy especialmente, en las nacionales que conforman la plataforma ScienTI, también creada en los últimos años. Las principales instituciones que han incursionado en el campo de la cienciometría son, como corresponde, el OCyT y Colciencias, pero se destaca muy especialmente, la Universidad del Rosario. Otras universidades colombianas que ya se ocupan del asunto son Los Andes (que registra un grupo de investigación en Cienciometría), la Nacional de Colombia y la del Valle. En consecuencia, los autores más activos son de estas mismas instituciones y se pueden señalar como los de mayor trayectoria a Jorge Charum, Hernán Jaramillo, José Luis Villaveces y Andrés Zambrano; así lo demuestra también su participación en eventos como RICYT y Esocite.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. FUENTES DE INFORMACIÓN

3.1.1. Las bases de datos *Web of Science*® (*WoS*) y *SciVerse Scopus*®

Como ya se ha dicho, el cuerpo documental objeto de estudio se concentró en la producción científica de Colombia registrada la base de datos *SciVerse Scopus*® para el lapso 2003-2010 y, por tanto es ésta la fuente de información principal en la que se sustenta este trabajo. La validez y pertinencia de esta base para estudios cienciométricos se argumentó en forma preliminar en el apartado 1.2; adicionalmente, es necesario tener en cuenta las características específicas que se describirán a continuación.

Para empezar, es necesario remitirse a la base de datos *Web of Science*® pues fue la base de datos multidisciplinar y de citas pionera en brindar las funcionalidades necesarias para abordar estudios cienciométricos. La **Figura 8** presenta las características de la base de datos *Web of Science (WoS)*³⁵, según la información brindada por su casa editorial (Thomson Scientific, 2011). En los últimos años *WoS* ha venido realizando cambios significativos en su cobertura y plataforma tecnológica, al parecer, determinados por la irrupción en 2004 de *SciVerse Scopus*® de Elsevier, la única competencia en el mercado editorial de las bases de datos de citas de su género.

³⁵ La versión en internet data de 1997 y fue antecedida por las versiones impresas (años 1960), en línea con Dialog (años 1970) y en CD-ROM (años 1980)

Para el caso colombiano, el hecho más significativo ocurrió cuando Thomson decidió ampliar su cobertura hacia las revistas regionales (entendidas como aquellas “publicadas por fuera de los Estados Unidos y del Reino Unido, que contienen la erudición de autores de una región o país particular, y cubren temas de interés regional o temas estudiados desde una perspectiva regional”) e incluyó 1.600 nuevos títulos reportando así un incremento del 55% para el período 2005-2010 (Testa, 2011). Por esta razón, el país pasó de contar con una sola revista científica colombiana en esta base de datos (la Revista Latinoamericana de Psicología), a tener 8 en 2008 y 23 títulos en la actualidad³⁶. Esta decisión también amplió la visibilidad de la producción científica colombiana publicada en revistas de Latinoamérica, que a su vez se incrementó en un 11%. (Leydersdorff y Wagner, 2009 citados por Santa, 2011)

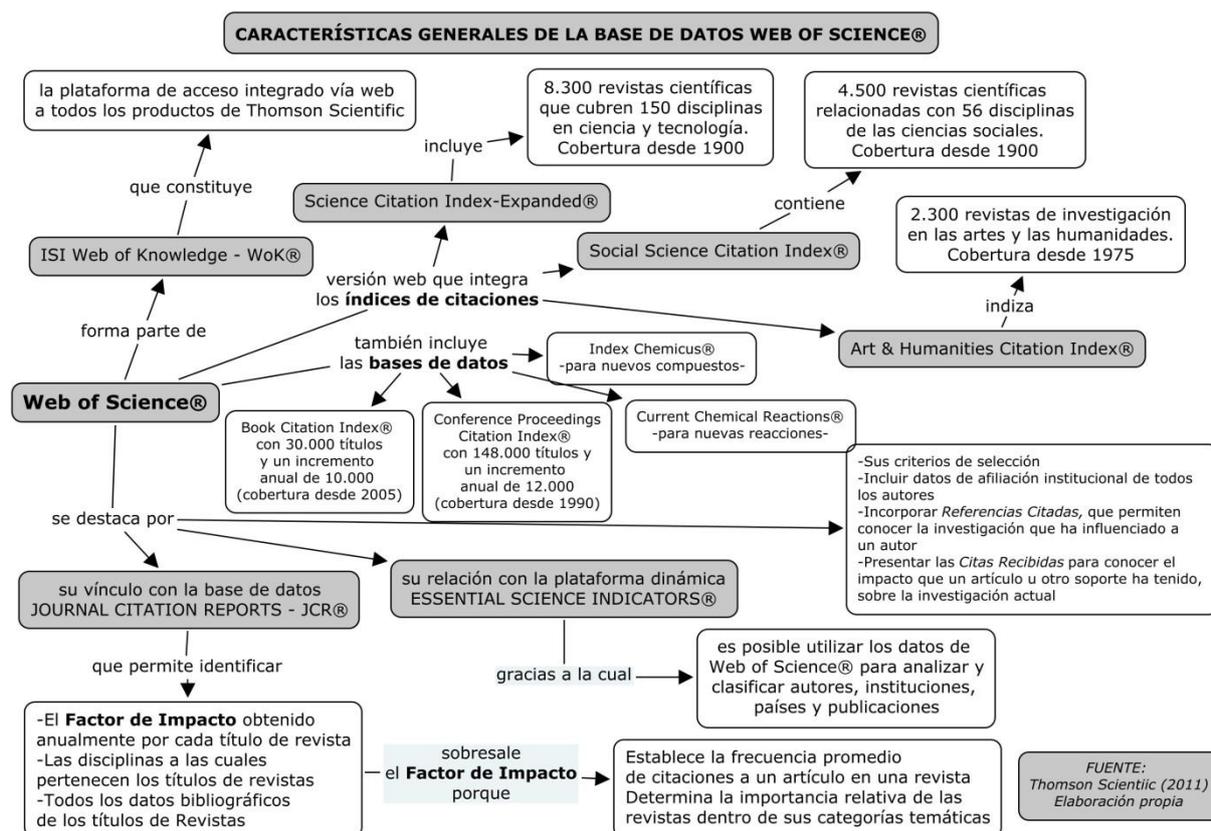


Figura 8. Características generales de la base de datos Web of Science®
Fuente: (Thomson Scientific, 2011) Elaboración propia.

³⁶http://wokinfo.com/products_tools/multidisciplinary/webofscience/contentexp/la/

Henk Moed (2005) presenta un pormenorizado análisis de *Web of Science (WoS)*, entre lo cual explica (págs. 113-114):

- *La base de datos es multidisciplinaria y esto proporciona amplias posibilidades para estudiar las actividades de investigación multi- o interdisciplinarias.*
- *Los índices incluyen todas las Referencias Citadas en todos los documentos de todas las revistas científicas procesadas. Tales referencias están ordenadas alfabéticamente, y para cada referencia individual se compila un listado de los documentos fuentes que la citan.*
- *Las revistas son procesadas cubierta-cubierta, lo que significa que, en principio, todos los ítems publicados en una revista (ya sean editoriales, novedades, correcciones o cartas) son incluidos en la base de datos.*
- *Los índices de citas extraen de los documentos fuente, la información de todos los autores y los respectivos datos de su afiliación institucional o “direcciones”*
- *Incluye los títulos de todos los documentos, como también sus resúmenes y palabras claves asignadas por el autor e indexador siempre que están disponibles.*

Por su parte, la base de datos *SciVerse Scopus®* de Elsevier comparte estas características, en tanto base de datos de citación internacional y multidisciplinar, que también la posicionan como fuente de información científica de categoría mundial. Desde su surgimiento en noviembre de 2004 ha sido una fuerte competencia para *WoS*, (que mantuvo su hegemonía durante 40 años) y esto ha significado un despliegue de innovaciones en el perfil de las bases de datos, el robustecimiento de las plataformas tecnológicas que ofrecen y el diseño de indicadores y funcionalidades para la evaluación de la ciencia mundial, todo lo cual ha dinamizado notablemente el campo de la cienciometría y favorecido su avance, al punto de ubicarla en una nueva etapa de madurez disciplinar. **La Figura 9** enseña las características específicas de *SciVerse Scopus®*

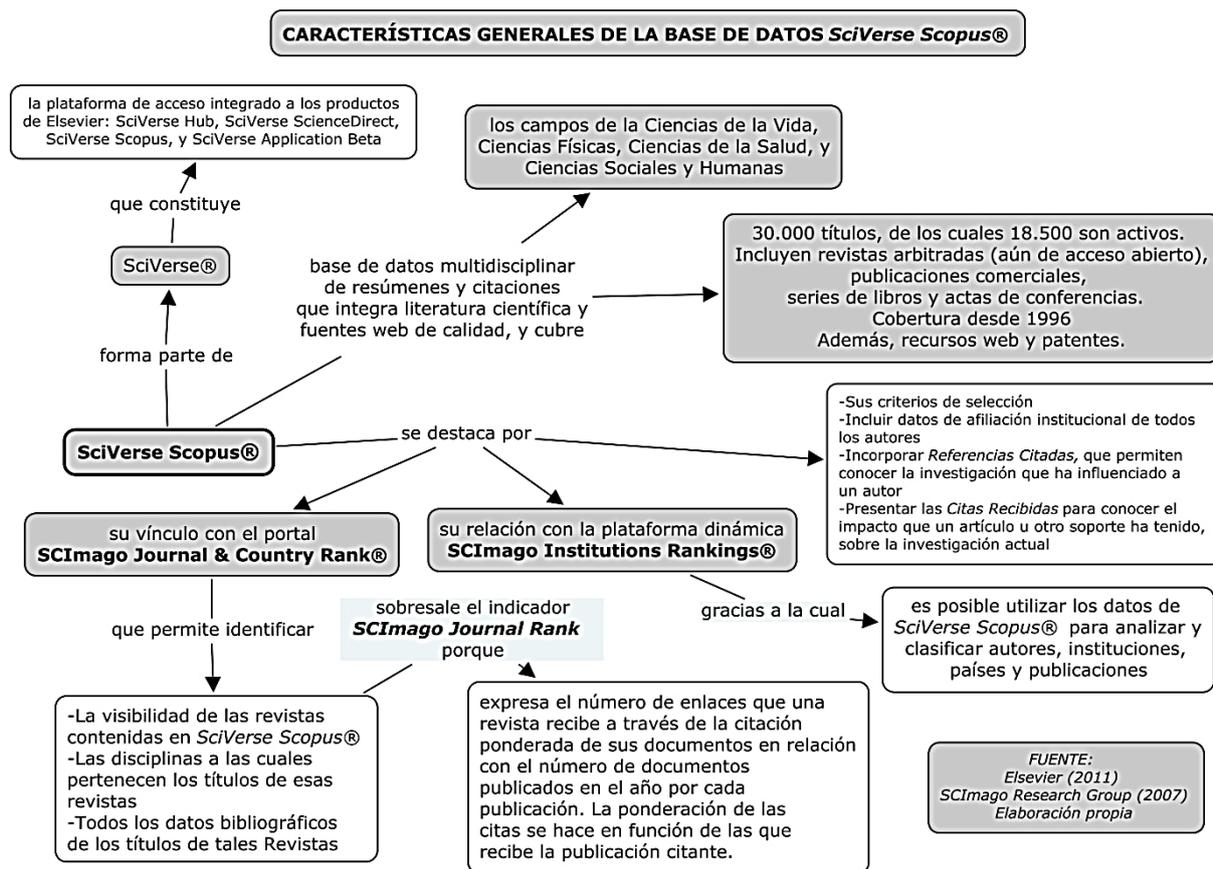


Figura 9. Características generales de la base de datos SciVerse Scopus®

En cuanto a las funcionalidades que ofrece para estudios cuantitativos, ha sido estratégica la alianza de Elsevier con el Grupo SCImago que ha construido el portal *SCImago Journal & Country Rank* <<http://www.scimagojr.com>> (SCImago Research Group, c2007-2012) mediante el cual ofrece un sistema de información científica a partir de los datos contenidos en *SciVerse Scopus®*. Este portal es de acceso abierto y brinda información relevante para evaluar la actividad científica mundial, con amplias opciones, según lo muestra la Figura 10.

<p>Journal Rankings</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ranking Parameters: SJR, Subject Area (27), Subject Category (33), Country, Year • Order by: Journal Title, SJR, H-Index, Total documents, Total cites (3 years), Citable documents (3 years), Cites per document (2 years). • Display at low: xx Citable documents (3 years) or Total cities (3 years)
<p>Journal Search</p> <ul style="list-style-type: none"> • Search Query: Journal Title, Journal ISSN, Publisher • Publication Data: Title, Country, Subject Area, Subject Category, Publisher, Publication type, Coverage, H-Index, Scope • Journal Indicators: SJR Indicator vs. Cites per document (2 years), Citation vs. Self-Citation, Cites per document vs. External cites per document, Cites per document in 2, 3 and 4 years windows, International collaboration, Journal's citable vs. Non citable documents, Journal's cited vs. Uncited documents • Visualize: Charts, Data.
<p>Country Rankings</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ranking Parameters: Subject Area (27), Subject Category (33), Region (Western Europe, Eastern Europe, Northern Africa, Central Africa, Southern Africa, Latin America, Middle East, Asiatic Region, Pacific Region), Years, Order by: Documents, Citable Documents, Cites, Self-Cites, Cites per Document, H-Index; Display country with at least xxx documents, citable documents, cites. • Visualize: Charts, Data in MS Excel
<p>Country Search</p> <ul style="list-style-type: none"> • Select Region • Ranking Parameters: Subject Area (27) • Country Data: H-Index, Documents, Citable Documents, Citations, Self-Citations, Citations per Document. • Country Report: Documents, Citable Documents, Cites, Self-Cites, Cites per Document, Cited Documents, Uncited Documents, International Relative Production, % International Collaboration, % Region, % World. • Charts: Citable vs. Noncitable documents, Cited vs. Uncited Documents, Citation vs. Self-Citation, Cites per Document vs. External Cites per Document, Documents and Citable Documents, H-Index and Cites per Document, Documents by Subject Areas.
<p>Compare</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comparative analysis of journals, countries and world regions. • Country-country, country-region, and region region. • Significant metrics for up to 4 journal metrics. • Displayed metrics include tables and charts.
<p>Visualize. Map Generator</p> <ul style="list-style-type: none"> • The Map Generator uses a wealth of metrics to depict two types of Map of Science based upon national science indicators for 2 year periods between 1996 and 2011. • These maps are intended to help reveal the existence of underlying scientific structures and plot science outputs and performance at a national level. • Available maps include: Co-citation networks and Burbble charts.

Figura 10. SCImago Journal & Country Rank Portal <<http://www.scimagojr.com>>
Fuente: (SCImago Research Group, c2007-2012)

Según el interés que se tenga en áreas y categorías temáticas, regiones, países, revistas o series temporales, es posible generar listados ordenados por cualquiera de los indicadores disponibles para medir cada aspecto, con opciones para establecer el umbral mínimo en cada consulta. También brinda opciones para la generación de mapas y gráficos. Se destaca el indicador *SCImago Journal Rank - SJR*, del cual el portal toma su nombre. El propósito de este indicador es mostrar la visibilidad de las revistas contenidas en Scopus (tal como lo hace el *Factor de Impacto del Journal Citation Reports*), y fue diseñado por SCImago con base en el algoritmo *Google PageRank®*, que pondera las citas en función de aquellas recibidas por la publicación

citante (González-Pereira, Guerrero-Bote, & De-Moya-Anegón, 2010), de manera que no todas las citas tienen igual consideración, sino que se otorga mayor valor a las citas provenientes de una revista prestigiosa que a aquellas de una revista periférica, según el planteamiento hecho por Pinski & Narin (1976).

Desde que incursionó en el mundo académico, la base de datos *SciVerse Scopus*® es frecuentemente comparada con *Web of Science*®, haciendo especial énfasis en los indicadores *SJR* y *Factor de Impacto* ya mencionados, así como el análisis del *H-Index*. Estos estudios comparativos han dado lugar a numerosos artículos y revisiones bibliográficas, entre los cuales están, por ejemplo, (Jacsó, 2005) (SCImago Research Group, 2006) (López-Illescas, 2008), (Jacsó, Errors of omission and their implications for computing scientometric measures in evaluating the publishing productivity and impact of countries, 2009), (Archambault, Campbell, Gingras, & Larivière, 2009)(Leydesdorff, Moya-Anegón, & Guerrero-Bote, 2010)(Arencibia Jorge, 2010), (Ríos Gómez, 2010), y (Santa, 2011), que señalan puntos como los siguientes:

- Cobertura general: WoS fue creada a partir de la inclusión de todas las referencias citadas en documentos de fuentes primarias. Scopus, por su parte, fue creada por Elsevier a partir de la extracción de registros de sus bases de datos tradicionales, tales como Geobase, Biobase, Embase y los mejoró. Para el año 2007 (referente más cercano al presente estudio), WoS registra una cobertura aproximada de 9.760³⁷ revistas peer-review, mientras Scopus incluye 23.503. Todas las revistas incluidas en WoS están indexadas en Scopus. Puede decirse que el núcleo básico de revistas centrales de *corriente principal* es el mismo. Las revistas incluidas en Scopus y que no indiza WoS, tienden a ser revistas nacionalmente orientadas; es decir, revistas que van dirigidas principalmente a audiencias nacionales, que no están integradas en redes internacionales y cuyas lenguas de publicación son a menudo distintas del inglés, por lo cual todavía juegan un papel periférico en el sistema de comunicación internacional y, por lo general, muestran un descenso en la medida de sus tasas de citación. (López-Illescas, 2008)

³⁷ Este dato es tomado de (Leydesdorff, Moya-Anegón, & Guerrero-Bote, 2010) y no incluye las artes y las humanidades, debido a que en ese momento no existía el *Journal Citation Reports* para esta área.

Con base en la Estadística, tanto WoS como Scopus revelan una cobertura equilibrada de las revistas arbitradas en el mundo y representan a escala la composición de la ciencia mundial, según lo demuestran los estudios realizados por Braun, Glänzel & Schubert (2000) con datos de *Web of Science*® y *Ulrich's Periodicals Directory*, y por SCImago Research Group (2006) y Moya-Anegón y otros (2007) con datos de *SciVerse Scopus*® y *Ulrich's Core*³⁸.

Como datos curiosos, se presentan dos: En 2008, Scopus incrementó el número de revistas a 23.553, mientras que WoS indexó 700 títulos nuevos con el fin de mejorar su cobertura regional, que benefició especialmente al Este de Europa. A partir de junio de 2009 Scopus indexa revistas en el área de las artes y las humanidades, mediante la incorporación de la base de datos ERIH (European Reference Index for Humanities de la European Science Foundation) y, por su parte, Thomson Reuters da a conocer el listado maestro correspondiente a su base de datos *Art & Humanities Citation Index*.

- **Períodos cubiertos:** Por el momento *SciVerse Scopus*® sólo incluye títulos desde 1996 y algunos de ellos todavía incompletos (Jacsó, Errors of omission and their implications for computing scientometric measures in evaluating the publishing productivity and impact of countries, 2009), mientras que WoS contiene publicaciones corrientes y retrospectivas desde 1900. Esta diferencia incide en las comparaciones que se establecen respecto a la inclusión de citas: obviamente Scopus tiene un menor número de citas y referencias.
- **Distribución Temática:** En un primer nivel, **WoS** agrupa sus revistas en tres grandes áreas: ciencias (67%), ciencias sociales (20%) y artes y humanidades (13%), mientras **Scopus** las reúne en cuatro: las ciencias de la salud y de la vida (38%), química, física, ingeniería y matemática (29%), agricultura, biología, tierra y medio ambiente (16%) y ciencias sociales, psicología y economía (17%). En un segundo nivel, **WoS** plantea una estructura de 24 grandes campos científicos y

³⁸ El "Universo de Ulrich's" comprende el conjunto de revistas activas que son incorporadas en la base de datos de Ulrich's. Este universo no incluye títulos impresos suspendidos o que han cesado, ni títulos anunciados para próxima publicación o los que han sido anunciados pero nunca se han publicado, pero sí incluye ediciones electrónicas de títulos que han cesado su edición impresa.

El "Ulrich's Core" comprende el núcleo de títulos activos correspondientes a las revistas académicas y científicas, y aquellos de las principales publicaciones comerciales. http://www.ulrichsweb.com/ulrichsweb/analysis/help/USAS_FAQ.asp

238 categorías disciplinares. **Scopus**, en cambio, establece 27 áreas y 295 subáreas. En ambos casos, las revistas están asignadas a una o más categorías o subáreas, clasificación temática extensiva a los documentos publicados en ellas.

Respecto a *Ulrich's Core*, la cobertura temática que presenta Scopus guarda una alta correlación ($R^2=0,83$), aunque es todavía mayor en el caso de las ciencias biomédicas, las ciencias básicas y las tecnologías ($R^2=0,99$). La dificultad radica en los campos de las ciencias sociales y humanas, al parecer originada por “*la propia constitución de las disciplinas que en muchos casos no se encuentran consolidadas desde un punto de vista del proceso formal de la comunicación científica*” (SCImago Research Group, 2006). Esta situación, sin embargo, cambia cuando en 2009 Scopus ingresa la base de datos ERIH.

En el caso de **WoS**, la correlación es también muy fuerte, siendo la Física, la Química, las Matemáticas y la Biología las disciplinas con mayor sobre-representación.

- **Distribución geográfica:** Con referencia a *Ulrich's Core*, existe una alta correlación con Scopus en cuanto a la cobertura por países. Sólo Reino Unido y Holanda se encuentran sobre-representados y Alemania sub-representado, pero con diferencias poco significativas. Como era de esperarse, debido a su tamaño científico, Estados Unidos tiene una gran presencia.
- **Editores:** En **Scopus**, la correlación es de ($R^2=0,96$), con lo cual las distribuciones son bastante similares y los grandes nombres se encuentran consolidados. En **WoS** la gran mayoría de los editores están sobre-representados, algunos de ellos en tal medida, que se relaciona con el “Efecto Mateo”, que difícilmente se observaría en los casos de disciplinas y países.
- **Distribución por lengua de publicación**³⁹. En **WoS**, el 87.1% de las revistas es publicado en inglés. El 10.1% de ellas es multilingüe, pero este porcentaje incluye

³⁹ Datos correspondientes a 2007, cuando no existía *Art & Humanities Index*®. (Leydesdorff, Moya-Anegón, & Guerrero-Bote, 2010).

el inglés como lengua principal. *Scopus*, por su parte, registra un 81.1% y un 17.2%, respectivamente. Revistas en otros idiomas son marginales en ambas bases de datos. Dado que más del 80% de la producción científica está escrita en inglés, es razonable que se presenten estos valores.

- Citaciones: Al aplicar el *Factor de Impacto (FI)* y el *SCImago Citation Journal (SCJ)* se evidencian niveles de correlación muy altos, tanto respecto al número de documentos citables en ambas bases de datos, como al número de citas por documento; sin embargo el FI se basa exclusivamente en el número de citas, sin tener en cuenta el prestigio de las revistas de las cuales ellas proceden, tal como lo hace el SJR. Este hecho determina que los rankings elaborados a partir de estos dos indicadores marquen ciertas diferencias que Félix de Moya explica en términos de popularidad y prestigio, así: Revistas muy populares pueden obtener un FI alto y un SJR bajo, debido a que aunque son citadas con mucha frecuencia, sus citas proceden de revistas de bajo prestigio, mientras que revistas muy prestigiosas pueden obtener un FI más bajo y un SJR más alto, porque aunque son citadas en menor medida, sus citas proceden de las revistas más prestigiosas (Butler, 2008).

No obstante lo anterior y teniendo presente que los estudios comparativos entre *WoS* y *Scopus* tienden a mostrar mayores diferencias cuando se llevan a cabo análisis por disciplinas, se ha demostrado que aunque estas bases son diferentes en términos de alcance, volumen de datos y políticas de cobertura, los productos (documentos) y el impacto (citas) **de los países** tiene una alta correlación (Archambault, Campbell, Gingras, & Larivière, 2009, pág. 1326)

Con base en lo expuesto y teniendo como contexto el Grupo SCImago, que ha orientado su trabajo hacia la construcción del Atlas Global de la Ciencia utilizando datos de *SciVerse Scopus*®, aquí se opta por esta base de datos para analizar el dominio científico colombiano en el proceso que ha llevado entre 2003 y 2010.

3.1.2. Las fuentes primarias

Como es obvio, las fuentes utilizadas son diversas, según las etapas que enfrenta el proyecto. En algunas de ellas, las fuentes pertinentes están relacionadas con la literatura de la especialidad en temas como cienciometría, bibliometría, análisis de

dominio, análisis de redes sociales, visualización de la información y atlas de la ciencia. Todo ello con preferencia en artículos de publicaciones seriadas y memorias de eventos, pero también libros y manuales -algunos de los cuales van siendo ya clásicos- y otros que siguen la línea de los trabajos realizados por el Grupo SCImago. Especial importancia tienen las tesis doctorales dirigidas por este grupo de investigación, que van configurando una línea de acción importante y establecen una sinergia entre los aportes de sus integrantes: (Chinchilla Rodríguez, 2005) (Vargas Quesada, 2005) (Corera Álvarez, 2006) (Miguel, 2008) (López-Illescas, 2008) (Torres Reyes, 2009) (Arencibia Jorge, 2010) (Ríos Gómez, 2010) (Santa, 2011).

3.1.3. Las fuentes de referencia

Además de la base de datos propiamente dicha, *SciVerse Scopus®*, son fuentes de referencia fundamentales aquellas diseñadas expresamente para complementarlas con funcionalidades especiales para estudios cuantitativos, a saber:

- *SCImago Journal & Country Rank*⁴⁰. Es un portal que incluye indicadores científicos de revistas y países, elaborados a partir de la información contenida en la base de datos SciVerse Scopus®
- *SCImago Institutions Rankings - SIR*⁴¹. Es una plataforma para la Evaluación de la Investigación y la Generación de Rankings de universidades e instituciones de investigación construidos con datos de la base bibliográfica de citas SciVerse Scopus®. Tiene como objetivo el diseño de herramientas analíticas que ayude a estas instituciones a monitorear y evaluar sus resultados de investigación, así como a tomar decisiones para mejorar su rendimiento y obtener oportunidades de financiación (SCImago Research Group, c2012).

La plataforma se lanzó en 2009 y desde entonces SCImago viene publicando una serie de informes con los rankings de las principales universidades e

⁴⁰<http://www.scimagojr.com>

⁴¹<http://www.scimagoir.com>

instituciones de investigación del ámbito mundial o iberoamericano, que ocasionalmente acompaña con rankings orientados a campos temáticos como las ciencias de la salud, las ciencias de la vida, las ciencias sociales y humanas, o la psicología.

El SIR presenta indicadores sobre la producción científica de las instituciones del mundo que reportan al menos 100 documentos publicados por año, incluyendo universidades, agencias gubernamentales, laboratorios de investigación y hospitales, entre otros. El umbral de los 100 documentos publicados por año, es una cifra convenida que tiene como objetivo garantizar un mínimo de fiabilidad estadística por acumulación de trabajos en los indicadores que se generan.

En tanto herramienta apta para el análisis cuantitativo, el SIR brinda posibilidades para ordenar la información de acuerdo con un conjunto de indicadores predeterminado, a la vez que permite a los usuarios diseñar sus propios rankings mediante el filtrado y la combinación de los indicadores proporcionados por la plataforma. También permite decidir qué dimensiones de la actividad de investigación se desean medir o comparar y cuáles instituciones incluir de acuerdo con las necesidades de los procesos de evaluación de los usuarios⁴².

La herramienta incluye funcionalidades para construir rankings por regiones geográficas o países, áreas temáticas, sectores e indicadores cuantitativos, y también para comparar los indicadores mediante representaciones multivariadas, la generación de mapas de cocitación de áreas y categorías, la obtención de perfiles temáticos por áreas de conocimiento, o la visualización de mapas de geocitación.

La información sobre el impacto obtenido por las revistas que contienen los artículos analizados, esto es el indicador *SCImago Journal Rank*, se tomó de la plataforma *SCImago Institutions Rankings*.

⁴²<http://scimagoir.com/methodology.php>

Para el análisis temático, se utilizaron las áreas y categorías temáticas de las revistas (que se hacen extensivas a sus respectivos documentos), conforme las utiliza la misma base de datos fuente, el *SciVerse Scopus*®

Para la información referencial necesaria respecto al tema de los indicadores socio-económicos, básicamente se utilizaron los libros de Indicadores de Ciencia y Tecnología 2010 y 2011 (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2010), que incluyen los datos en series temporales desde el año 2000, con una nueva base de cálculo para el Producto Interno Bruto - PIB definida por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE.

Para el análisis comparativo de estos mismos indicadores, se recurrió a los datos disponibles en los sitios web del Instituto de Estadística de la Unesco (UNESCO Institute for Statistics, 2012), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD, c2012) y la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología - Iberoamericana e Interamericana (RICYT, 2012), que ofrece la información básica relacionada con indicadores socio-económicos y bibliométricos, al igual que importantes documentos de la especialidad, incluidas las memorias de sus eventos y artículos recomendados y disponibles en su biblioteca. Un referente importante en este caso fue la tesis doctoral de Samaly Santa (2011) que presenta un pormenorizado análisis sobre la producción científica de América Latina registrada en Scopus durante 1996-2007.

La principal fuente empleada para los procesos de normalización de los nombres de las instituciones con producción científica colombiana y su respectiva sectorización fue Internet, en dos frentes: la búsqueda de los propios sitios web institucionales, cuando los hubiera, o de la información pertinente en bases de datos oficiales, según el sector:

- Sector Gubernamental (Government): Para identificar la naturaleza de las Empresas Públicas, se tuvo en cuenta la información disponible en la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios⁴³ y se consultaron

⁴³<http://www.superservicios.gov.co/>

directamente los sitios web de cada institución, así como el portal del Estado Colombiano⁴⁴.

- Sector Privado (Private): Para la identificación de este tipo de instituciones se consultaron las bases de datos de la Superintendencia de Sociedades⁴⁵ y el Registro Único Empresarial de la Confederación de Cámaras de Comercio - Confecámaras⁴⁶
- Sector Salud (Health): Para su identificación formal se tuvo en cuenta el registro oficial del Ministerio de la Protección Social⁴⁷ y de la Superintendencia Nacional de Salud - Supersalud⁴⁸
- Sector Educación Superior (Higher Education): La fuente oficial por excelencia es el Sistema Nacional de Información de Educación Superior - SNIES del Ministerio de Educación Nacional⁴⁹.

Igualmente, se utilizó el correo electrónico para consultas directas a instituciones o autores, en casos específicos poco claros.

3.2. PROCESOS PARA LA ESTRUCTURACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La estructuración de la información comprende un conjunto de procesos tendientes a cualificar la información utilizada en los estudios cuantitativos y se entiende tal y como lo expresan Charum & Usgame (2005)

La estructuración de la información se concibe como la construcción de información elaborada a partir de los datos primarios, organizada para responder a diferentes necesidades: de usuarios específicos, de comunidades de práctica, de elaboración de clasificaciones, y de identificación de regularidades y tendencias presentes en las bases de datos. Estas estructuraciones pueden hacerse: a) por la generación de información con base en las relaciones entre los datos; b) por la aplicación de teorías (sociológicas, estadísticas, lingüísticas, etc.) que, además de orientar la generación de instrumentos, producen resultados que pueden ser interpretados desde esas mismas teorías; c) por la estructuración ad hoc para responder a las necesidades o problemas de usuarios de comunidades de práctica

⁴⁴<http://www.gobiernoenlinea.gov.co>

⁴⁵<http://www.supersociedades.gov.co>

⁴⁶http://64.76.190.67/RUE_WebSite/default.aspx

⁴⁷<http://www.minproteccionsocial.gov.co/habilitacion/>

⁴⁸<http://www.supersalud.gov.co/>

⁴⁹<http://200.41.9.227:7777/men/>

explícitamente identificados. Cada uno de esos niveles de estructuración da lugar a usos específicos (pág. 20).

3.2.1. Origen de los datos

De acuerdo con la metodología propuesta por SCImago, la primera acción es construir una base de datos sobre un conjunto de datos fuente relacionados con los recursos destinados a la investigación (humanos y financieros) y con los productos de esa investigación (publicaciones científicas y, si es del caso, patentes). Tales datos requieren de un importante trabajo de validación, reformateado, enriquecimiento, reglas de coherencia e integridad referencial y correspondencia entre las nomenclaturas en las que se basan. Las nomenclaturas se refieren a disciplinas científicas, campos tecnológicos, sectores institucionales, objetivos socioeconómicos, territorios geográficos y a las instituciones, todo lo cual permite presentar análisis según distintas clasificaciones y en varios niveles de agregación. Para ello se requiere de un sistema de información potente, que trascienda la mera compilación de datos y esté en capacidad de entregar información significativa, en forma de indicadores socioeconómicos, científicos y tecnológicos desarrollados en consonancia con parámetros internacionales o según iniciativas y requerimientos propios.

Para el análisis de dominio de un país, los procesos de búsqueda y recuperación de la información dependen de una característica determinante de las bases de datos de citas, cual es la de incluir los datos de filiación institucional de los autores. En el caso de WoS, el campo que ofrece detalladamente esta información se denomina “*Address Word*”, en tanto que en Scopus se reconoce como “*Affiliation*”. Gracias a estos campos, es posible identificar la producción científica de un país, estado, ciudad, institución, unidad académica o administrativa de una institución, y centro o grupo de investigación, dependiendo de la manera como firmen los autores sus artículos⁵⁰. Estos datos indican el sitio donde tuvo origen la

⁵⁰La mayoría de las veces, este campo presenta cuatro partes: la organización principal, un departamento de la organización, la ciudad y el país (Univ Granada, Fac Ciencias, Dept Quim Fis, Granada 18071, Spain). En muchos casos, sólo hay tres niveles, excluyendo el nivel departamental o el institucional. El país suele estar bien normalizado y la información sobre la ciudad puede normalizarse fácilmente al eliminar los códigos postales. El primer nivel institucional, es decir, la organización principal

contribución científica (que no debe confundirse con la nacionalidad del investigador) y, por consiguiente, a ese lugar se atribuye el aporte.

Teniendo en cuenta que este trabajo se inscribe en el contexto del Grupo SCImago, la estrategia de búsqueda y recuperación de la información fue realizada utilizando protocolos y aplicaciones propias del Grupo que facilitaron la obtención de todos los registros de los documentos publicados entre 2003-2010, en los que por lo menos un autor registrara el nombre de “Colombia” entre sus datos de afiliación institucional. Toda la información necesaria para el análisis del dominio científico colombiano, se tomó de las aplicaciones *SCImago Journal & Country Rank* y *SCImago Institutions Rankings*.

3.2.2. Normalización

Teniendo en cuenta los niveles de agregación que comprende este estudio, el proceso de normalización se centró en los campos de direcciones (país e instituciones), títulos de revistas y clasificación de los artículos. El primero, necesario para el análisis geográfico e institucional, y los dos últimos, para el análisis temático que toma como referente la información de la revista y su respectiva categorización en la base de datos donde es recogida.

No obstante la importancia del campo *Affiliation* para el estudio de la producción científica y el análisis de colaboración internacional, es frecuente hallar deficiencias en los datos. Estas deficiencias tienen que ver con las variantes ortográficas y la adscripción de cada uno de los documentos a una institución, y son generalmente causadas por fallas de origen en la forma errada, variada o incompleta como los autores firman sus artículos, o por el tratamiento que realizan las mismas bases de datos en los procesos de indexación de las publicaciones científicas que recogen. Por esta razón, los estudios bibliométricos exigen un arduo proceso de normalización de campos tales como autores, títulos de revistas y filiaciones. En el caso de las filiaciones, se puede encontrar un alto grado de normalización en los nombres de los países, pero no sucede lo mismo con las instituciones; por lo tanto, fue necesario

puede tener un gran número de variantes y lo mismo ocurre con el segundo nivel institucional, el nombre de los centros o facultades. (De-Moya-Anegón, y otros, 2004, pág. 19)

normalizar los nombres de las instituciones colombianas, siguiendo criterios claramente establecidos por el Grupo SCImago y mediante el uso de una aplicación informática especialmente diseñada para el fin (Corera Álvarez, 2006, págs. 78-85). De las menciones de afiliación de autores extranjeros sólo se tomaron los nombres de los países para efectos de análisis de colaboración internacional.

Este proceso de normalización estuvo a cargo de un equipo de trabajo (en el que también participó la responsable de este informe), en el contexto del proyecto SCImago-Ministerio de Educación Nacional de Colombia, ya mencionado. La normalización fue coordinada por la Doctora Elena Corera Álvarez⁵¹ y contó con la valiosa colaboración y liderazgo de Luisa Fernanda Prado Herdoíza, responsable del proyecto ante el Ministerio.

La normalización de los nombres de las instituciones -aquí entendidas como aquellos organismos con entidad investigadora propia- es necesaria para establecer la forma unívoca de identificarlas y lleva consigo dos tareas adicionales: una, asignarles la **sigla** por la cual reconocerlas en los cienciogramas, para lo cual se adoptó como criterio básico utilizar la abreviatura que la misma institución emplea en su URL, y dos, asociarlas a un sector de producción, dato necesario para el análisis sectorial.

3.2.3. Sectorización

Como se mencionó, el proceso de **sectorización** es necesario para caracterizar la naturaleza de las instituciones con el propósito de identificar los sectores económicos desde los cuales se hace investigación en el país. Para esta labor, se tuvieron como referencia los sectores establecidos por SCImago para sus estudios cuantitativos, a fin de contar con elementos de comparación que facilitaran el análisis sectorial entre países; sin embargo, en algunos casos fue necesario adaptarlos para que también se atendieran las especificidades propias de Colombia. Para esta tarea, se contó con la colaboración de Colciencias y del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. Como resultado, se configuraron los siguientes sectores:

⁵¹<http://www.cchs.csic.es/es/personal/elena.corera>

- **Sector Gubernamental (Government):** Entidades públicas del gobierno central (ministerios y entidades adscritas) y entes territoriales, excepto instituciones de educación superior e instituciones directamente relacionadas con el sistema de salud, que se adscriben a sus respectivos sectores. **Incluye, igualmente, las empresas del sector público.** Información de este tipo fue verificada en las páginas web de las mismas instituciones y en el portal del Estado Colombiano⁵². Para identificar la naturaleza de las Empresas Públicas, se tuvo en cuenta la información disponible en la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios⁵³
- **Sector Empresarial (Private):** De acuerdo con los criterios establecidos para el Atlas de la Ciencia Iberoamericana y el Atlas Global de la Ciencia, en este sector se agrupan únicamente las **empresas privadas localizadas en Colombia.** (En Colombia se incluyen bajo este sector las empresas públicas y las instituciones privadas al servicio de las empresas; sin embargo, para efectos del estudio, **se tienen sólo en cuenta las empresas del sector privado**). Para la identificación de este tipo de instituciones se consultaron las bases de datos de la Superintendencia de Sociedades⁵⁴ y el Registro Único Empresarial de la Confederación de Cámaras de Comercio - Confecámaras⁵⁵. También los sitios web institucionales. Cuando esto no fue posible, se incluyó el nombre de la institución según estaba registrado en el artículo.
- **Sector Salud (Health):** Incluye cualquier tipo de institución, de carácter público o privado, directamente relacionado con el área de la salud. Para su identificación formal se tuvo en cuenta el registro oficial del Ministerio de la Protección Social⁵⁶ y de la Superintendencia Nacional de Salud - Supersalud⁵⁷ y las páginas web de las mismas instituciones, en los casos en que las hubiera. Es preciso advertir que las clínicas y hospitales universitarios, no se adscribieron a

⁵²<http://www.gobiernoenlínea.gov.co>

⁵³<http://www.superservicios.gov.co/>

⁵⁴<http://www.supersociedades.gov.co>

⁵⁵http://64.76.190.67/RUE_WebSite/default.aspx

⁵⁶<http://www.minproteccionsocial.gov.co/habilitacion/>

⁵⁷<http://www.supersalud.gov.co/>

este sector; por tratarse de dependencias universitarias, su producción científica es asociada a la institución de educación superior de la cual forman parte y, por consiguiente, se registran como Sector Educación Superior.

- **Sector Educación Superior (Higher Education):** Agrupa las instituciones de educación superior (IES) del país, según registro del Sistema Nacional de Información de Educación Superior - SNIES del Ministerio de Educación Nacional⁵⁸. En tal sentido, el sector reúne las instituciones definidas por la Ley 30 de 28 de diciembre de 1992 “Por la cual se organiza el servicio público de la educación superior”, que establece tres tipos: Instituciones Técnicas Profesionales; Instituciones Universitarias o Escuelas Tecnológicas, y Universidades⁵⁹. Las instituciones de educación superior privadas pueden ser Fundaciones o Corporaciones. A este sector fueron asociados las clínicas y hospitales universitarios, así como los centros de investigación y desarrollo tecnológico, en la medida en que son dependencias de estas instituciones.
- **Otros:** Agrupa instituciones que no tienen cabida en los demás sectores. Se trata, por ejemplo, de instituciones extranjeras o de carácter internacional, instituciones privadas sin ánimo de lucro (organizaciones no gubernamentales ONGs, asociaciones, y agremiaciones profesionales) así como corporaciones y fundaciones.

Un criterio predominante fue la Agrupación, pues la baja producción científica colombiana llevó a considerar la conveniencia de agrupar al máximo posible instituciones relacionadas, aunque sin desdibujar su naturaleza. Este es el caso, por

⁵⁸<http://200.41.9.227:7777/men/>

⁵⁹Artículo 17. Son instituciones técnicas profesionales, aquellas facultadas legalmente para ofrecer programas de formación en ocupaciones de carácter operativo e instrumental y de especialización en su respectivo campo de acción, sin perjuicio de los aspectos humanísticos propios de este nivel.

Artículo 18. Son instituciones universitarias o escuelas tecnológicas, aquellas facultadas para adelantar programas de formación en ocupaciones, programas de formación académica en profesiones o disciplinas y programas de especialización.

Artículo 19. Son universidades las reconocidas actualmente como tales y las instituciones que acrediten su desempeño con criterio de universalidad en las siguientes actividades: 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. Estas instituciones están igualmente facultadas para adelantar programas de formación en ocupaciones, profesiones o disciplinas, programas de especialización, maestrías, doctorados y post-doctorados, de conformidad con la presente Ley.

Artículo 20. El Ministro de Educación Nacional previo concepto favorable del Consejo Nacional de Educación Superior (CESU), podrá reconocer como universidad, a partir de la vigencia de la presente Ley, a las instituciones universitarias o escuelas tecnológicas que dentro de un proceso de acreditación demuestren tener: a) Experiencia en investigación científica de alto nivel. b) Programas académicos y además programas en Ciencias Básicas que apoyen los primeros.

ejemplo, de clínicas y hospitales que conforman redes dependientes de una misma institución: Instituto de Seguros Sociales, Organización Sanitas Internacional, Secretaría Distrital de Salud de Bogotá.

En otros casos, fue necesario desagregar para efectos de sectorización. Por ejemplo, aunque el Instituto Colombiano de Petróleo es una dependencia de Ecopetrol, e inicialmente se había elegido ésta como la forma normalizada, luego se optó por destacar el Centro para poder asociarlo al sector de Centros de Investigación, teniendo en cuenta, además, que la producción científica reportada obedecía prácticamente al Instituto. Lo mismo ocurrió en el caso de la Federación Nacional de Cafeteros y su Centro de Investigación Cenicafé. Gracias a las posibilidades que ofrece la plataforma de establecer la relación padre-hijo entre instituciones, estas situaciones se resuelven fácilmente para casos de agregación o desagregación.

3.3. NIVELES DE AGREGACIÓN

Los niveles de agregación obedecen a la necesidad de establecer ámbitos de referencia sobre los cuales analizar los resultados de la evaluación de la ciencia, pues no existen valores que sirvan de parámetros universales para ello. Sólo mediante el ejercicio de la comparación, puede apreciarse el desempeño de un país, institución o individuo. Por tanto, el desempeño científico de Colombia, se estudia aquí en el contexto de agregados geográficos, temáticos, sectoriales, institucionales y temporales, como se explica a continuación:

3.3.1. Geográfico

Como bien apunta Félix de Moya Anegón (Butler, 2008, pág. 72), *“la realidad del sistema científico de un país no sólo será relativa al conjunto en el que se integra, sino dependiente de él. De ahí que los estudios comparativos e internacionales sean cada día más aconsejables en el incuestionable sistema global de la ciencia”*. Por tanto, como se trata de analizar el dominio científico colombiano, es preciso configurar un agregado geográfico con un conjunto de indicadores seleccionados que

sirvan como referente para explicar la posición relativa de Colombia en ese contexto y su desempeño respecto a sus más inmediatos semejantes.

Por esto, para el análisis se privilegia el agregado de los países latinoamericanos con mayor visibilidad internacional, es decir, aquellos que entre 2003 y 2010 reportaron una producción científica superior a los 12.000 documentos en *SciVerse Scopus®*. Ellos son: Brasil (268.190), México (94.855), Argentina (62.181), Chile (39.578), Colombia (20.222), Venezuela (14.819) y Cuba (12.388)⁶⁰.

Además de ellos, se incluyó a España como referente del ámbito iberoamericano y a los Estados Unidos de América, como parámetro de la ciencia mundial y del contexto americano, en particular. En algunos casos, se hace referencia a otros países pero el énfasis está dado en la producción científica de Latinoamérica y El Caribe, por lo que también se incluyen datos de la región en su conjunto.

3.3.2. Temporal

El nivel de agregación temporal está determinado por la época que abarca la compleja batería de indicadores trabajados por la plataforma *SCImago Institution Rank* que es la utilizada en el proyecto de Atlas de la Ciencia Global a partir de datos *SciVerse Scopus®*, 2003-2010.

Esta franja temporal coincide con los últimos siete años del período de vigencia del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, que se creó en 1990 y fue transformado en 2009 por el actual Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (ver apartado 2.3.1.). Esta coincidencia permite analizar una época importante del desarrollo científico colombiano, en los últimos años del Sistema creado en 1990. Cabe destacar que las fechas que comprende el estudio se refieren a los años de publicación de las revistas en las que aparecen los documentos que conforman la producción científica, y no a las fechas en que ellas han sido dadas de alta en las bases de datos de citación (Corera Álvarez, 2006). Esta información se obtiene de

⁶⁰ Después de Cuba, estaría Puerto Rico con 7.898 documentos.

la referencia bibliográfica y permite temporalizar los análisis bibliométricos para conocer la evolución anual de los indicadores de interés.

Por su parte, el cálculo de los indicadores correspondientes a las dimensiones socio-económica, cuantitativa, cualitativa, y relacional y estructural, estuvo sujeto a la disponibilidad de la información necesaria, y por ello varían los períodos que se presentan en cada caso, pero siempre cubriendo rangos pertinentes y representativos dentro del ámbito temporal del estudio.

3.3.3. Temático

Para el análisis temático de la producción colombiana presente en *SciVerse Scopus®* se utilizó el esquema de clasificación que emplea la propia base de datos para clasificar los títulos de las publicaciones que indiza, y que se presenta con el nombre ASJC CODE (*All Sciences. Journals Classification*) (Elsevier. SciVerse Team, 2012). Este esquema es también utilizado por las plataformas *SCImago Institution Ranking* y *SCImago Journal & Country Rank*, que proporcionan las abreviaturas indicadas. En principio, los títulos son clasificados en cuatro grandes clusters de temas (ciencias de la vida, ciencias físicas, ciencias de la salud y ciencias sociales y humanidades), y a su vez son subdivididas en veintisiete áreas temáticas y más de trescientas áreas menores o categorías. Los títulos pueden pertenecer a más de un área temática (Elsevier, 2011). La Tabla 2 enseña las Áreas Temáticas, que constituyen el nivel más utilizado en este estudio, y el Anexo 8.1 las presenta con sus respectivas categorías.

ÁREAS TEMÁTICAS SciVerse Scopus®		
NOMBRE COMPLETO	NOMBRE BREVE	SIGLA
Agricultural and Biological Sciences	Agricultural	AGR
Arts and Humanities	Arts	ART
Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	Biochemistry	BIO
Business, Management and Accounting	Business	BUS
Chemical Engineering	Chemical Eng.	CENG
Chemistry	Chemistry	CHEM
Computer Science	Computer	COMP
Decision Sciences	Decision	DEC
Dentistry	Dentistry	DEN
Earth and Planetary Sciences	Earth	EAR
Economics, Econometrics and Finance	Economics	ECO
Energy	Energy	ENER
Engineering	Engineering	ENG
Environmental Science	Environmental	ENV
General	General	GRAL
Health Professions	Health	HEAL
Immunology and Microbiology	Immunology	IMMU
Materials Science	Materials	MAT
Mathematics	Mathematics	MATH
Medicine	Medicine	MED
Neuroscience	Neuroscience	NEU
Nursing	Nursing	NUR
Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	Pharmacology	PHAR
Physics and Astronomy	Physics	PHY
Psychology	Psychology	PSY
Social Sciences	Social	SOC
Veterinary	Veterinary	VET

Tabla 2. Áreas temáticas SciVerse Scopus®

Fuentes: (Elsevier. SciVerse Team, 2012) (SCImago Research Group, c2012). *Elaboración propia.*

Es apenas justo recordar que la cocitación de clases y categorías es un aporte importante que el Grupo SCImago ha hecho a la Cienciometría, permitiendo detectar e identificar la aparición y evolución de frentes de investigación mediante la visualización esquemática de grandes dominios científicos en secuencias temporales, a partir de la estructura de redes que conforman las áreas y las disciplinas científicas, (De-Moya-Anegón, Vargas-Quesada, Herrero-Solana, Chinchilla-Rodríguez, Corera-Álvarez, & Muñoz-Fernández, 2004).

3.3.4. Sectorial

El agregado sectorial tiene como propósito identificar aquellos sectores institucionales que participan en las actividades de investigación del país y analizar el comportamiento de cada uno en el contexto de los demás. Este análisis se realizó

de acuerdo con la sectorización explicada en el numeral 3.2.3. y que comprende cinco tipos:

- Government
- Private
- Health
- Higher Education
- Others

3.3.5. Institucional

Esta categoría abarca el conjunto de las instituciones colombianas con producción científica registrada en la base de datos *SciVerse Scopus®* en el período ya señalado y que fueron objeto del proceso de normalización descrito en el apartado 3.2.2.

El conjunto comprende 719 instituciones con al menos un producto reportado durante el período de análisis.

3.4. INDICADORES Y TÉCNICAS DE ANÁLISIS

La batería de indicadores utilizada para el análisis del dominio científico colombiano es la que puede verse en la *Tabla 3*, que se presenta en función de las cuatro dimensiones que integran el dominio y que facilitan la aproximación holística al mismo: 1) socio-económica, 2) cuantitativa, 3) cualitativa y 4) relacional y estructural. El conjunto de indicadores seleccionado incluye los tradicionales establecidos por los organismos internacionales (tales como los socioeconómicos), como algunos novedosos, producto del trabajo de SCImago y otros grupos de investigación en cienciometría, que permanentemente están procurando brindar nuevos puntos de análisis o un mayor perfeccionamiento o una mayor complejidad a los instrumentos necesarios para evaluar la actividad científica.

No obstante el trabajo riguroso y pormenorizado de los cienciómetras y a pesar de los numerosos indicadores disponibles para realizar este tipo de estudios, es preciso insistir en que ellos no son suficientes para dictaminar la calidad de la ciencia o de

las publicaciones científicas. En todo caso, su examen debe estar acompañado de la evaluación por pares, o del análisis crítico de los formuladores y ejecutores de las políticas, y siempre teniendo en cuenta el marco institucional y jurídico de los sistemas nacionales de ciencia y tecnología que les da contexto, así como las capacidades instaladas donde se desenvuelve la actividad científica. Los indicadores, por sí solos, no bastan como elementos concluyentes, aunque son altamente representativos de la actividad científica internacional.

Por lo demás, la batería de indicadores que se utiliza en esta ocasión se sustenta en los planteamientos reconocidos tradicionalmente por la literatura de la especialidad y que se convierten en premisas básicas en este tipo de investigaciones. Tales premisas tienen que ver con el reconocimiento de la conexión entre actividad científica y progreso económico y social; las publicaciones científicas entendidas como una de las tantas manifestaciones de los sistemas científicos; la comunicación científica como esencia de la investigación; las conductas que afectan negativamente las pautas de comunicación científica y que dan lugar al fenómeno conocido como “reflexividad de los indicadores cuantitativos”; la correlación entre indicadores cuantitativos y políticas públicas; el conocimiento como acumulación, combinación o asociación de artículos precedentes que se expresan en forma de referencias bibliográficas; las características de *parcialidad*, *convergencia* y *relatividad* de los indicadores, en la medida en que describen un aspecto específico del análisis, requieren de otros indicadores para contextualizar los resultados y precisan un análisis del entorno donde se producen, respectivamente. (De-Moya-Anegón, Chinchilla-Rodríguez, Corera-Álvarez, González-Molina, & Vargas-Quesada, 2011, págs. 143-147) Arencibia (2010, págs. 43-44).

Tabla 3. Organigrama de indicadores

DIMENSIÓN	TIPO INDICADOR	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	AGREGADOS				
					Geogr	Temát	Sect	Instl	Temp
Socioeconómica	Inversión	% IVR I+D / PIB	Inversión en Investigación y Desarrollo en relación con el Producto Interno Bruto, Expresado en Porcentaje	$\% \text{IVR I+D} / \text{PIB}$	x				x
		% IVR I+D / SecFin	Inversión en Investigación y Desarrollo por Sector de Financiamiento, Expresado en Porcentaje	$\% \text{IVRI+D} / \text{SecFin}$	x		x		x
		% IVR I+D / SecEjec	Inversión en Investigación y Desarrollo por Sector de Ejecución, Expresado en Porcentaje	$\% \text{IVR I+D} / \text{SecEjec}$	x		x		x
			Gasto por Investigador EJC	$\text{Inv I+D} / \text{Nro Inv EJC}$					x
	Investigadores	NInvEJC	Número de Investigadores Equivalente a Jornada completa (EJC) dedicados a Investigación y Desarrollo	$N\text{InvEJC} = N\text{InvEJC}_1 + N\text{InvEJC}_x + \dots N\text{InvEJC}_n$	x	x	x		x
$N\text{InvEJC} * 1000\text{habPEA}$		Número de Investigadores EJC por cada 1000 Habitantes de la Población Económicamente Activa (PEA)	$N\text{InvEJC} * 1000\text{habPEA}$	x				x	
Cuantitativa	Producción	Ndoc	Total Número de Documentos de Cualquier Tipo	$N\text{doc} = \text{doc}_1 + \text{doc}_x + \dots \text{doc}_n$	x	x	x	x	x
		%Ndoc	Porcentaje de Documentos de Cualquier Tipo de un Agregado particular respecto del Total	$\%N\text{doc} = \frac{N\text{doc}}{\sum N\text{doc}} * 100$	x				x
		Ndocc	Total Número de Documentos Citables (artículos, revisiones y ponencias en congresos)	$N\text{docc} = \text{docc}_1 + \text{docc}_x \dots \text{docc}_n$	x	x	x	x	x
		%Ndocc	Porcentaje de Documentos Citables (artículos, revisiones y ponencias en congresos)	$\%N\text{docc} = \frac{N\text{docc}}{\sum N\text{doc}} * 100$	x				x
		TC	Tasa de Crecimiento	$TC_n = \frac{N\text{doc}_n - N\text{doc}_{n-1}}{N\text{doc}_{n-1}} * 100$	x				x
	Desempeño	IProd	Índice de Productividad. Relación entre el número de documentos de un agregado y el número de Investigadores de la Población Económicamente Activa	$I \text{Prod} = \frac{N\text{doc}}{\text{InvPEA}}$	x	x	x		x
		IEfic	Índice de Eficiencia. Relación entre el número de documentos de un agregado y el número de investigadores en I+D del mismo	$I \text{Efic} = \frac{N\text{doc}}{\text{Ivr I+D}}$	x	x	x		x
	Especialización	IET	Índice de Especialización Temática (también denominado Índice de Actividad, Índice de Prioridad, Índice de Esfuerzo Temático)	$IET = \frac{N\text{doc}_{\text{área1(pais)}} / N\text{doc}_{\sum \text{áreas(pais)}}}{N\text{doc}_{\text{área1(mundo)}} / N\text{doc}_{\sum \text{áreas(mundo)}}$	x	x	x		x
		IER	Índice de Especialización Temática Relativo	$IER = \frac{IET - 1}{IET + 1}$	x	x	x		x

DIMENSIÓN	TIPO INDICADOR	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	AGREGADOS				
					Geogr	Temát	Sect	Instit	Temp
Cualitativa	Visibilidad e Impacto	NCit	Número total de citas recibidas por cualquier tipo de documento	$NCit = NCit_1 + NCit_2 + \dots NCit_n$					x
		Ndoc-Cit	Número de documentos con al menos una cita	$NdocCit = NdocCit_1 + NdocCit_2 + \dots NdocCit_n$					x
		%Ndoc-Cit	Porcentaje de documentos citados al menos una vez sobre el total de los producidos en cualquier agregado	$\%NdocCit = \frac{NdocCit}{ndoc} * 100$					x
		CpD	Citas por Documento. Promedio de citas recibidas por un agregado sobre el total de su producción científica.	$CpD = \frac{ncit}{ndoc}$					x
		NAutoCit	Total de citas que un agregado recibe, procedentes del mismo agregado.	$NAutoCit = NAutoCit_1 + NAutoCit_2 + \dots NAutoCit_n$					x
		%AutoCit	Peso relativo de las autocitas en relación con el total de citas recibidas por el agregado	$\%NAutoCit = \frac{NAutoCit}{ndoc} * 100$					x
		CitExt	Citas Externas. Total de citas que un agregado recibe procedentes de un agregado diferente del citado.	$CitExt = CitExt_1 + CitExt_2 + \dots CitExt_n$					x
		%CitExt	Peso relativo de las citas externas con relación al total de citas externas recibidas en cualquier agregado.						x
		CitNorm	Citación Normalizada o Calidad Científica Promedio o Impacto Normalizado (NIF)	$[C]_f = \frac{\sum_{i=1}^p C_i}{\sum_{i=1}^p [\bar{\mu}_f]_i}$					x
		ASSJR	SCImago Journal Rank Medio Normalizado						x
		DisQ-SJR	Distribución por cuartiles SJR						x
		Q1	Número de documentos con alta visibilidad (cuartil Q1) según SJR	$Q1 = Q1_1 + Q1_2 + \dots Q1_n$					x
		%Q1	Porcentaje de documentos con alta visibilidad (cuartil Q1) respecto al total de la producción científica	$\%Q1 = \frac{Q1}{NDoc} * 100$					x
		PI	Potencial Investigador	$PI = \Sigma(Ndoc * (tif + k))$					x
		IR	Impacto relativo	$IR_{\text{área}} = \frac{CpD_{\text{área1(pais)}}}{CpD_{\text{área(mundo)}}$	x	x			x
IA	Índice de Atracción o Índice de Visibilidad	$IA_{\text{área1}} = \frac{NCit_{\text{área1(pais)}}/NCit_{\Sigma \text{áreas(pais)}}}{NCit_{\text{área1(mundo)}}/NCit_{\Sigma \text{áreas(mundo)}}$	x	x	x		x		
IAR	Índice de Atracción Relativo	$IAR = \frac{IAT - 1}{IAT + 1}$					x		

DIMENSIÓN	TIPO INDICADOR	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	AGREGADOS				
					Geográfico	Temático	Sectorial	Institucional	Temporal
Cualitativa	Excelencia y Liderazgo	Exc; %Exc	Número de Documentos de Excelencia (conjunto de documentos que forman el 10% de los que más citas hayan recibido en su categoría temática en Scopus año a año) y Porcentaje de Documentos de Excelencia sobre un agregado.	$NdocExc = NdocExc_1 + NdocExc_2 + \dots NdocExc_n$	x	x	x	x	x
		Lead; %Lead	Número de Documentos firmados con criterios de Liderazgo (trabajos firmados como autor de correspondencia o, en su defecto, primer autor del trabajo). Porcentaje de Documentos de Liderazgo	$NdocLead = NdocLead_1 + NdocLead_2 + \dots NdocLead_n$	x	x	x	x	x
		Exc+Lead; %Exc+Lead	Número de Documentos que reúnen los criterios de Excelencia y Liderazgo, y Porcentaje de los mismos	$NdocExcL = NdocExcL_1 + NdocExcL_2 + \dots NdocExcL_n$	x	x	x	x	x
Relacional y Estructural	Colaboración	NDocCol	Número total de Documentos en Colaboración	$NdocCol = NdocCol_1 + NdocCol_2 + \dots NdocCol_n$	x	x	x	x	x
		%NDocCol	Porcentaje de Documentos en Colaboración respecto a la Producción Total		x				x
		TCI	Tasa de Colaboración Internacional		x				x
		TCN	Tasa de Colaboración Nacional		x				x
		TCS	Tasa de documentos en colaboración nacional e internacional		x				x
		TSC	Tasa de documentos sin colaboración		x				x
		TCA	Tasa de colaboración asimétrica o índice de afinidad	$TCA_{A \rightarrow B} = \frac{Col_{A \rightarrow B}}{NDoc_A}$ $TCA_{B \rightarrow A} = \frac{Col_{B \rightarrow A}}{NDoc_B}$				x	
		VtC	Visibilidad según tipos de colaboración		x	x			x
		%NDoc Internal	Porcentaje de Documentos con Colaboración Internacional por Países		x	x			x
	Análisis Estructural y de Redes Sociales (ARS)	Escalamiento multidimensional (MDS)	Agrupamientos de áreas temáticas según indicadores básicos de la producción científica colombiana. Agrupamientos de áreas temáticas según patrones similares de colaboración internacional		x	x			x
		Densidad	Grado de cohesión entre nodos. Red no direccionada: $L/n(n-1)/2$ Red direccionada: $L/n(n-1)$ L =número de líneas; n =número de nodos	-Redes de cocitación de áreas y categorías temáticas para el dominio científico colombiano en su conjunto -Cienciogramas de colaboración internacional -Redes heliocéntricas de colaboración internacional por áreas temáticas	x	x			x
		Grado (degree)	Número de nodos con los cuales se establece una relación directa		x	x			x
		Intermediación (betweenness)	Grado en que un nodo está situado entre los nodos de una red		x	x			x
	Convenciones	$[\bar{\mu}_f]_i$ Valor medio de citas de las publicaciones del mismo tipo, publicadas en el mismo año y en el mismo campo científico que el del artículo i .							

3.4.1. Dimensión socio-económica

Esta dimensión tiene el propósito de exponer los esfuerzos realizados por Colombia en el ámbito científico y tecnológico, a partir de dos insumos básicos: la inversión dedicada a Investigación y Desarrollo Experimental (I+D) y los recursos humanos empleados en esas actividades. Ambos insumos se establecen según lo dispuesto en el Manual de Frascati (OECD, 2002) que propone analizar la actividad científica en su relación insumo-producto.

Aunque el Manual de Frascati detalla los matices que se pueden encontrar en la identificación de estos recursos (que pasan por diferenciar la I+D⁶¹ de las Actividades de Ciencia y Tecnología⁶², así como las distintas categorías de personal en ACT o I+D), para efectos del presente estudio, se optó por tomar en cuenta sólo los reportados como Inversión en I+D e Investigadores en I+D, considerando que son los más específicos, pertinentes y representativos para abordar la dimensión socioeconómica del país y para contrastarla con las demás dimensiones estudiadas.

Si bien el estudio se centra en el período 2003-2010, la información socioeconómica se toma básicamente de la base de datos de la RICYT y del OCYT, que al momento incluyen datos actualizados hasta el año 2009 y 2011, respectivamente. En algunos pocos casos, se abarca el período desde el 2000, con el fin de lograr una perspectiva mayor sobre la evolución de los indicadores.

La mayoría de los indicadores se presentan con referencia a los países latinoamericanos que logran una producción científica en *SciVerse Scopus®* superior a los 12.000 registros durante el período en cuestión y también, respecto a

⁶¹ “La investigación y el desarrollo experimental (I+D) comprenden el trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos, incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de esos conocimientos para crear nuevas aplicaciones”. (OECD, 2002, pág. 30). Corresponde a la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo experimental.

⁶² “El concepto amplio de actividades de ciencia y tecnología (ACT) ha sido elaborado por la UNESCO según la “Recomendación relativa a la normalización internacional de las estadísticas de ciencia y tecnología” (UNESCO, 1978). Además de I+D, las actividades científicas y tecnológicas comprenden la enseñanza y la formación científica y técnica (STET) y los servicios científicos y técnicos (SCT). Estos últimos servicios incluyen por ejemplo actividades de CyT de bibliotecas y museos, la traducción y edición de literatura en CyT, el control y la prospectiva, la recogida de datos sobre fenómenos socioeconómicos, los ensayos, la normalización y el control de calidad, el asesoramiento a clientes y servicios de asesoría así como las actividades en materia de patentes y de licencias a cargo de las administraciones públicas”. (OECD, 2002, pág. 16)

la región latinoamericana en su conjunto, como el contexto más afín a la realidad colombiana. En ciertos casos, se incluye información de España y Estados Unidos para establecer un contraste con referentes internacionales del ámbito iberoamericano y americano, respectivamente. Sólo para el ámbito nacional se examinan la distribución de los investigadores por disciplinas, por género y por nivel de formación, considerando que ellos permiten caracterizar el grupo de investigadores a quienes se debe la producción científica objeto de estudio. Cabe aquí recordar que no se tienen en cuenta los investigadores colombianos que realizan investigación por fuera del país, pues al analizar la producción científica colombiana, se entiende que es aquella llevada a cabo con recursos nacionales.

Así, la Dimensión Socioeconómica se evidenciará como sigue:

- **Inversión en I+D en relación con el Producto Interno Bruto, Expresado en Porcentaje (% IVR-I+D / PIB).** Este indicador refleja el esfuerzo que realiza un país en su desarrollo científico. Se expresa como porcentaje del PIB para favorecer el ejercicio comparativo. Inicialmente, se presenta el contexto mundial de la inversión en I+D tomando como referentes los principales países y regiones del mundo en dos momentos específicos, 2002, 2007 Y 2009, y luego, la evolución de esta inversión durante el período 2000-2009 para Colombia, países seleccionados y la región latinoamericana, por ser la más próxima al contexto colombiano. También se incluye la evolución del PIB en millones de dólares, con el fin de observar lo que realmente representa el porcentaje invertido en I+D dentro del conjunto y como una señal del criterio con que cada país maneja el tema, en función de sus recursos reales.

El mismo indicador (% IVR-I+D / PIB) se utiliza discriminado por sector de financiamiento y sector de ejecución con el fin de conocer el grado de participación de los sectores de la producción en la ciencia colombiana.

En todos los casos, la información de Colombia se presenta en relación con los países y las regiones más cercanas a su contexto latinoamericano y en términos de su evolución temporal.

- **Número de Investigadores Equivalente a Jornada Completa (EJC) Dedicados a I+D (NInv EJC).** Como en el caso de la inversión, el indicador se muestra inicialmente a la luz del número de investigadores reportados en el mundo en los años 2002, 2007 y 2009, para luego observarlo como la capacidad colombiana en este rubro. Se expresa en términos de equivalencia en jornada completa, porque permite un mejor contraste con lo registrado por los países latinoamericanos y las regiones seleccionadas. Adicionalmente se pone en función del número de habitantes de la población económicamente activa (PEA), para dimensionar de mejor manera lo que representa el número de investigadores EJC en un país y establecer un parámetro de comparación más práctico con los países y regiones seleccionados como referentes más cercanos. Para mayor ilustración, este indicador se utiliza para identificar la distribución de los investigadores EJC por sector, con miras a conocer dónde están ubicados y desde dónde contribuyen a las actividades de I+D en el país; estos resultados también se ponen con referencia a los agregados geográficos seleccionados.

3.4.2. Dimensión cuantitativa

Esta dimensión agrupa los indicadores que se basan exclusivamente y en sentido estricto al recuento de publicaciones de la producción científica; de ahí su nombre. A pesar de que pueden parecer simples, cobran su verdadera dimensión al representarse en contextos históricos y relativos, bajo circunstancias equivalentes. Maltrás Barba (2003, págs. 125-135) presenta un concienzudo análisis sobre el significado que tienen los recuentos, tomando en consideración la dificultad esencial que encierran por ser *“una operación aditiva que supone que todas las publicaciones son equiparablemente portadoras de lo valioso para la ciencia”* (pág.127). Por este motivo, la dimensión cuantitativa es necesaria, pero no es suficiente por sí misma como herramienta de evaluación; exige ser complementada por otras dimensiones e indicadores.

A pesar de sus limitaciones, los indicadores cuantitativos permiten caracterizar el dominio científico desde una triple perspectiva: a) Medir la cantidad de conocimiento generado a partir del recuento de publicaciones y lo que ellas representan como

aporte porcentual al total de trabajos producidos dentro del dominio; b) Describir la evolución de la investigación a lo largo del tiempo, permitiendo identificar períodos clave en la producción; y c) Valorar la actividad de las áreas temáticas, a partir del volumen y de la especialización temática institucional. (De-Moya-Anegón, Chinchilla-Rodríguez, Corera-Álvarez, González-Molina, & Vargas-Quesada, 2011)

Para el análisis del dominio científico colombiano, la dimensión cuantitativa se calculará a partir del indicador básico “Número de Documentos”, que individualmente y en combinación con otras variables, permitirá conocer aspectos relacionados con la Producción propiamente dicha, el Rendimiento y la Especialización, de la siguiente manera:

- El total de documentos de la producción científica colombiana (**Ndoc**), esto es, documentos de cualquier tipo publicados en revistas científicas, en los que interviene por lo menos un autor cuya firma o afiliación corresponde a una institución colombiana. En publicaciones con coautoría, se asigna un punto a cada una de las instituciones participantes. Este indicador ofrece una idea general del tamaño del país, aunque los valores son afectados por los perfiles de la investigación que se realiza, entre otros factores.
- El porcentaje de documentos de un agregado particular respecto del total de publicaciones científicas colombianas (**%Ndoc**). Útil para realizar comparaciones generales y estimar el grado de participación relativa de los diferentes agregados dentro de la producción total.
- El total del número de documentos citables (**Ndocc**) o producción primaria. En el caso de *SciVerse Scopus®*, se entienden como tales los *artículos, revisiones de literatura y ponencias en congresos*⁶³. Este mismo indicador se ofrece expresado en porcentajes (**%Ndocc**) con el fin de calcular el grado de participación de los documentos citables dentro de la producción primaria total y, también, dentro de la producción científica colombiana en general.
- La tasa de crecimiento de la producción científica (**TC**), calculada con base en la diferencia porcentual del número de documentos en un período temporal (generalmente anual) en relación con el período anterior. Muestra el aumento

⁶³http://www.scimagojr.com/help.php#understand_journals

productivo del dominio científico, permitiendo observar la evolución del mismo durante el período completo que abarca un estudio.

- La productividad del país, medida por la relación entre los recursos humanos y los resultados de su actividad científica (**I Prod**), advirtiendo que estos resultados son solamente los visibles internacionalmente y no los de la actividad científica en su totalidad, y que los recursos humanos, en este caso, se refieren sólo al número de investigadores en I+D y no sólo a los autores que firman los trabajos o a todo el personal dedicado a I+D. A pesar de esta limitación, el indicador intenta valorar la capacidad productiva de Colombia dividiendo proporcionalmente el total de documentos que el país tiene registrado en **SciVerse Scopus®** y el número de investigadores I+D reportados por el sistema. Como es sabido, el sistema será más eficiente cuanto menor sea el costo por unidad de los resultados producidos.
- La eficiencia del sistema científico (**I Efic**) establecida como la proporción que representan los resultados obtenidos (en este caso, la producción científica) respecto a los recursos financieros empleados (es decir, la inversión en I+D). De nuevo, el sistema será más eficiente cuanto menor sea el costo por unidad de los resultados producidos. Esto, sin embargo, varía según las disciplinas y sus contextos específicos y debe tenerse cuidado al momento de estudiar los sistemas nacionales (Maltrás Barba, 2003, págs. 165-166)
- El esfuerzo relativo que se lleva a cabo en una disciplina o área temática específica, medido por el Índice de Especialización Temática (**IET**)⁶⁴, que permite identificar el perfil de especialización del país, a partir del reconocimiento de sus fortalezas y debilidades temáticas, respecto a otros dominios geográficos. Por eso la fórmula calcula el número total de documentos de un país en un área, respecto al número total de documentos del país, sobre el número total de documentos del mundo en un área, con relación al número total de documentos del mundo. Ahora, cuando se trata de un grupo no homogéneo de productores, lo conveniente es aplicar el Índice de Especialización Relativa (**IER**) que transforma el ratio de los porcentajes en una escala de 1 a -1 para obtener valores

⁶⁴ Chinchilla Rodríguez (2005, págs. 69-72) ofrece una amplia y clara explicación sobre este indicador, y entre otras, señala que el IET está estrechamente relacionado con el Índice de Actividad (IA) originalmente propuesto por J.C. Frame, que a su vez es una adaptación del Índice de Ventaja Acumulada (*Comparative Advantage Index*) del campo de la Economía. Es también conocido en la literatura como “índice de prioridad”, “índice de esfuerzo”, “índice de actividad” o “índice de especialización”.

bien definidos, y, además, facilitar representaciones multivariadas. Así, un IER=1 significa que la especialización en el área se ajusta a la media mundial; un IER<1 indica que no alcanza esa media y que, por consiguiente, existen vacíos en la investigación de una temática determinada, y un IER>1 supone una mayor actividad en un campo temático al punto que supera la media mundial.

El índice de especialización temática, así planteado, indica el grado de concentración o dispersión temática de la producción científica de un dominio, lo que se traduce en la posibilidad de detectar qué tan generalista o especializado es, respectivamente.

3.4.3. Dimensión cualitativa

A pesar del debate que siempre suscita cualquier intento por medir la calidad de la producción científica con indicadores cuantitativos [Callon, Courtial & Penan (1995), Maltrás (2003), Moed (2005)], es permanente el esfuerzo por perseverar en ese intento y brindar instrumentos cada vez más confiables para aproximarse a esta dimensión. El propósito es que, en conjunto y desde diferentes variables, se brinden estrategias para aproximarse a la identificación de los aspectos cualitativos de la producción científica, con métodos que resulten simples, claros y estadísticamente confiables para los todos. En este ejercicio, la evaluación de la investigación cuenta ya con propuestas que contribuyen a obtener un enfoque integral y multidisciplinario de la misma, con base en la revisión por pares expertos (*peer review*), encuestas especializadas, modelos econométricos, estudios prospectivos y análisis bibliométricos (Arencibia Jorge, 2010, pág. 26)

Como ya se ha dicho, una valoración de la calidad de la producción científica se confía inicialmente al proceso editorial y, en especial, a la etapa de *peer-review*. Lo que hacen los indicadores cuantitativos es trabajar sobre los resultados de este sistema y reflejar en qué medida esa valoración inicial de la producción primaria es acertada y logra realmente visibilidad e impacto en el mundo científico. Para esto, se toma como evidencia el sistema de citas, siendo la unidad de medida la cita bibliográfica. En general, existe una correlación entre los resultados del *peer-review*

y el sistema de citas (Aksnes y Taxt, 2004; Rinia et al., 1998; So, 1998 citados por Arencibia Jorge, 2010, pág. 26), pero las citas no siempre son una señal de la calidad de la fuente citada. De hecho, la literatura de la especialidad identifica ampliamente muchos de los significados que pueden tener y que Moed (2005, págs. 193-208) sintetiza muy bien en cinco puntos de vista: físicos, sociológicos, psicológicos, históricos y los propios de la información o comunicación científica, y destaca, además, los aportes que en este sentido hicieron autores como Eugene Garfield, Henry Small, Robert K. Merton, Howard White, y Anthony van Raan, entre otros. Los aspectos más relevantes de las citas suelen presentarse en los siguientes términos (Maltrás Barba, 2003, págs. 105-110):

- Un sistema que articula las contribuciones individuales en un corpus de conocimiento consensuado y común.
- Un sistema de recompensas de la comunidad científica: la cita como reconocimiento y forma de pago a las contribuciones hechas.
- Un sistema de persuasión mediante el cual el autor intenta ser convincente sobre la validez de sus argumentos.
- Un sistema que expresa la utilidad y el impacto de un trabajo científico dentro de la comunidad, en especial cuando se realiza sistemáticamente sobre un mismo trabajo y por un número relativamente amplio de experimentos.

Sin embargo, la importancia de un artículo no necesariamente es idéntica a su impacto y esto se atribuye a la imperfección del sistema de comunicación científica, determinada por una serie de factores que Bornmann, Mutz, Neuhaus, & Daniel (2008) recogen de estudios cuantitativos y que describen para advertir sobre la conveniencia de tenerlos en cuenta al momento de analizar los datos estadísticos. Entre los factores mencionados están la ubicación del autor, su prestigio y el idioma empleado para escribir; la correlación positiva entre la frecuencia de las citas de una publicación y el número de co-autores que firman un trabajo. También influyen el orden en que se presentan los artículos dentro de una revista, el tipo de documento, su extensión y el número de referencias que registran. Especial importancia tienen la visibilidad, la accesibilidad y la internacionalización de las revistas y su impacto, calidad y prestigio, así como influyen en gran medida las

prácticas de citación que acostumbran los campos del conocimiento y aún las áreas o clusters de un subcampo específico, que varían notablemente.

Poniendo de presente estos factores, que le dan contexto al sentido de las citaciones, es claro que la evaluación de la ciencia desde la dimensión cualitativa siempre será un reto y exige especial cuidado al momento de analizar los resultados. Pero hoy por hoy, como unidad de medida, la cita bibliográfica puede asociarse con la calidad del artículo científico en tanto lo distingue de entre otros, le otorga visibilidad y es un reflejo de su utilidad e impacto. Además, cumple con los requisitos de brindar una significación práctica, evitar la arbitrariedad y ofrecer información equiparable entre grandes cantidades de datos, con una valoración relativa más que absoluta que facilita la comparación entre sistemas tanto como conocer la evolución de uno específico (De-Moya-Anegón, Chinchilla-Rodríguez, Corera-Álvarez, González-Molina, & Vargas-Quesada, 2011).

Bajo estos principios, son numerosos los indicadores que tienen como fundamento la cita bibliográfica, empezando por los más elementales (pero no por ello poco significativos) como el número de citas recibidas (**NCit**) que SCImago identifica como *Cites From* diferenciándolas de las referencias emitidas que denomina *References to* (SCImago Research Group, c2012); el porcentaje de documentos de cualquier tipo con al menos una cita (**%NCit**); el número de citas por documento (**CpD**) -Este indicador muestra el promedio de citaciones recibidas por el país en relación con el conjunto de documentos que ha publicado durante el período de estudio. Si bien los valores son afectados por el perfil investigador del país, el indicador permite relativizar los tamaños ponderando las dimensiones cuantitativa y cualitativa-. Por último, se ponen de presente las inevitables autocitas (**AutoCit** y **%AutoCit**).

Además de estos indicadores básicos, se examinan otros con un mayor nivel de elaboración, que apuntan a medir la incorporación y repercusión que logran las publicaciones en la comunidad científica. En primer lugar, está la **Citación Normalizada (CitNorm)** o el Impacto Normalizado o Calidad Científica Promedio (CCP), esto es, el impacto científico de un país calculado sobre la base de la media mundial, que para el efecto, se asimila a 1 (uno). Por consiguiente, permite comparar

la calidad de la investigación entre países heterogéneos, sin tener en cuenta el tamaño ni el perfil temático; así, por ejemplo, si un país obtiene un puntaje de 0.7 significa que ha sido citado un 30% menos que la media mundial y si alcanza un valor de 1.3 indica que el país es citado un 30% más que la media mundial.

Entre los indicadores de la dimensión cualitativa, se destaca de manera especial, el indicador SCImago Journal Rank (**SJR**), ya presentado en el numeral 3.1.1., recordando que aunque mide la calidad de las revistas a partir de la influencia o prestigio alcanzado según la cantidad y procedencia de las citas que recibe, dicha calidad es heredada por sus propios artículos científicos (González-Pereira, Guerrero-Bote, & De-Moya-Anegón, 2010). *“El SJR es un indicador que expresa el número de enlaces que una revista recibe a través de la citación ponderada de sus documentos en relación con el número de documentos publicados en el año por cada publicación. La ponderación de las citas se hace en función de las que recibe la publicación citante”* (SCImago Research Group, 2007). Por tanto, entre los indicadores cualitativos se incluyen: -la distribución por cuartiles ordenados según el indicador SJR (**DisQ-SJR**); -el número de documentos incluidos en las revistas del primer cuartil (25%), es decir, en las revistas más influyentes del mundo según el indicador SJR (**Q1**), y su respectivo porcentaje respecto del total del agregado (**%Q1**). Por su parte, el Potencial Investigador (**PI**) representa la capacidad que demuestra un agregado, durante un lapso, para darle visibilidad internacional a su producción; de ahí que relacione el número de documentos citables con el indicador ASSJR para ponderar la producción primaria, a partir de la suma del ASSJR de cada uno de los documentos citables (*article, review, conference paper*). De manera que, además de la evolución de la producción, es posible percibir la visibilidad observada que alcanza el agregado en cada año del periodo. Si la suma de los ASSJR de los documentos de un agregado es inferior a la suma de los documentos citables, significa que la visibilidad de sus trabajos es menor a la media de la categoría temática mundial. El PI estará por encima de producción primaria, siempre que el impacto medio del país supere la unidad (SCImago Research Group, 2007).

Otros indicadores cualitativos son el **Impacto Relativo (IR)** que corresponde al promedio de *citas por documento* de un agregado en un área temática específica,

comparada con el promedio de *citas por documento* del mundo en la misma área temática; el **Índice de Atracción (IA)** que refleja la visibilidad de un agregado en un área temática específica, entendida como la proporción de *citas recibidas* (citaciones que atrae) en esa área con respecto a la producción total, en comparación con la proporción mundial de *citas recibidas* en esa misma área. Para efectos de su aplicación en representaciones multivariadas y facilitar el ejercicio comparativo entre agregados, se transforma la ratio de los porcentajes para obtener valores en una escala de 1 a -1, dando lugar al **Índice de Atracción Relativo (IAR)**.

Entre los nuevos indicadores que miden la dimensión cualitativa están los de Excelencia, Liderazgo y Excelencia con Liderazgo, de reciente aparición (De-Moya-Anegón, Liderazgo y excelencia de la ciencia española, 2012):

El de Excelencia (**Exc**) indica la capacidad que tiene un dominio (institucional o nacional) para producir trabajos científicos excelentes, considerados como tales aquellos que se encuentran entre el 10% de los más citados en sus respectivos campos de la ciencia a nivel mundial, durante el mismo período (Bornmann, Moya Anegón, & Leydesdorff, 2012). La aplicación de este indicador permite identificar qué porcentaje de la producción científica de un dominio es de alta calidad y distingue tres categorías: cuando su impacto científico está por encima del promedio mundial (sobre 1), cuando su impacto está por debajo del promedio mundial (entre 0,5 y 1) y cuando está muy por debajo del promedio mundial (menor que 0,5).

Igualmente, se ha diseñado el de Liderazgo (**Lead**) orientado a reconocer a quien ha hecho la mayor contribución a un trabajo, y que es considerado entonces, el autor principal de un artículo. Para distinguirlo, se asume que el autor principal es el mismo indicado para la correspondencia (*correspondence author*) o, en su defecto, aquel que firma en primer lugar.

Lo anterior se basa en dos teorías:

- 1) El autor principal es aquel que acompaña su firma con sus datos de correspondencia (*correspondence author*) (Wren, Kozak, Johnson, Deakyne, Schilling, & Dellavalle, 2007),

2) El autor principal es quien firma en el primer lugar o en el último lugar (Rennie, Yank, & Emanuel, 1997) (Burman, 1982) (Riesenberg & Lunderberg, 1990) (Kennedy 2003) (Kennedy, 2003). Sin embargo, este argumento se sustenta en resultados que demuestran que la mayoría de los autores indicados para la correspondencia aparecen justamente en el primer o en el último lugar del grupo de investigadores firmantes, siendo lo más probable que figure en la última línea, tal como lo recomiendan, por ejemplo, las normas del *International Committee of Medical Journal Editors* (ICMJE) (Mattsson, Sundberg, & Lag, 2011)

El procedimiento llevado a cabo por SCImago para establecer el autor principal de un trabajo, parte de considerar que en la mayoría de los registros de *SciVerse Scopus*®, el autor para la correspondencia está plenamente identificado, y lo está también la respectiva institución de afiliación. Igual, es claro el orden en que firman los autores. Por tanto, los pasos que se siguen son:

- 1) Si el autor corresponsal y su respectiva institución de afiliación están identificados en el registro, se considera que el principal contribuyente es ese autor y esa institución.
 - 2) Si el autor corresponsal se identifica, pero la institución de afiliación no, se considera que el principal contribuyente es ese autor y todas las instituciones de afiliación que tenga el mismo.
 - 3) Si el autor corresponsal no se determina, entonces se considera que el principal contribuyente es el primer autor y su respectiva institución de afiliación.
- (De-Moya-Anegón, Guerrero-Bote, Bornmann, Moed, 2013. En prensa)

Ahora, al combinar los dos indicadores anteriores, se obtiene un tercero, el de Excelencia con Liderazgo (**Exc+Lead**), cuya intersección da cuenta del verdadero potencial del país para generar conocimiento científico del más alto nivel, pues conjuga la producción de excelencia con aquella en la que es reconocido como autor principal.

A partir de estos planteamientos, aquí se estudia aquella producción científica claramente realizada por Colombia como principal contribuyente, y de manera especial, la identificada como de excelencia. Esta es una forma de diferenciar el

prestigio que alcanza el país como líder y principal contribuyente, de aquel prestigio que puede obtener únicamente como socio colaborador.

3.4.4. Dimensión relacional y estructural

Esta dimensión busca analizar las **relaciones** que se establecen al producir trabajos de investigación en un ambiente de **colaboración científica**, así como las particularidades de las **estructuras científicas** que son reveladas a partir de las conexiones entre las **áreas y categorías temáticas** que cubren las publicaciones científicas. En ambos casos, se utiliza la técnica de la coocurrencia, siendo la coautoría la indicada para analizar la colaboración científica, mientras que las estructuras científicas se representan a partir de la cocitación de áreas y categorías temáticas de las publicaciones (De-Moya-Anegón, Vargas-Quesada, Herrero-Solana, Chinchilla-Rodríguez, Corera-Álvarez, & Muñoz-Fernández, 2004).

- **La colaboración científica**

La coautoría se presenta cuando dos o más autores firman un mismo trabajo y con esta acción no sólo comprometen sus propios nombres sino también el de las instituciones a las que están afiliados y, por ende, el de sus respectivos dominios geográficos. Por tanto, el campo explotado para este análisis es el de *Affiliation* que permite conocer el número instituciones, países y regiones firmantes, y con base en él establecer el grado de colaboración entre los agentes generadores de conocimiento (De-Moya-Anegón, Chinchilla-Rodríguez, Corera-Álvarez, González-Molina, & Vargas-Quesada, 2011). De este modo se examina la evolución que ha tenido la producción científica colombiana durante 2003 y 2010, en función de la tasa de colaboración, que es clasificada en cuatro modalidades: Tasa de trabajos sin colaboración (**TSC**), es decir, aquellos que han sido firmados únicamente por una sola institución colombiana; la tasa de colaboración nacional neta (**TCN**), representada por el porcentaje de documentos que están firmados por más de una institución colombiana; la tasa de colaboración nacional e internacional (**TCNI**) que muestra el porcentaje de documentos en los que participa más de una institución colombiana (sin tener en cuenta si participan además otras instituciones

extranjeras), y la tasa de colaboración internacional (**TCI**), que enseña el porcentaje de documentos firmados por más de un país, incluyendo, obviamente, a Colombia. Estas modalidades de colaboración son también analizadas desde las áreas temáticas y los sectores institucionales y con referencia a los indicadores de Excelencia, Liderazgo y Excelencia con Liderazgo.

Especial atención se presta a la **Colaboración Internacional**, por la importancia estratégica que tiene para el mundo científico, en la medida en que tiende a favorecer un uso eficiente de los recursos, un aumento de la productividad, un mayor prestigio y visibilidad, y, en consecuencia, un progreso científico más rápido (Chinchilla-Rodríguez, Benavent-Pérez, Miguel, & De-Moya-Anegón, 2010). De hecho, la colaboración científica internacional es hoy en día uno de los criterios que se tienen en cuenta para la financiación de proyectos de investigación (Moed, 2005) y está presente en las políticas de investigación de organismos internacionales que trazan planes y programas de financiación de ciencia y tecnología donde abiertamente estimulan la participación multinacional. Esta tendencia es descrita por Perianes-Rodríguez (2007, págs. 15-43) y Santa (2011, págs. 61-62), quienes hacen una revisión bibliográfica detallada, encontrando razones para la colaboración internacional como las siguientes: la globalización, el crecimiento de la economía basada en el conocimiento, la profesionalización de la ciencia, el aumento de la especialización en los campos científicos, el trabajo interdisciplinario y la necesidad de abordar conjuntamente y desde diferentes perspectivas y culturas los problemas que plantea la ciencia actual. También encuentran que las motivaciones para colaborar son diferentes entre áreas, grupos, sectores o países; y que suelen estar determinados por la proximidad geográfica y cultural así como por las diferencias en los niveles de desarrollo socioeconómico y científico, las relaciones culturales o el idioma.

Respecto a las características de la colaboración internacional entre los países en desarrollo, Santa (2011, pág. 62) hace una revisión de literatura, según la cual en este contexto no existen intereses sistemáticos ni significativos de cooperación científica o tecnológica entre sí, debido a las dificultades que tienen estos países

para acceder a recursos intelectuales, materiales o financieros, a la falta de apoyo de los gobiernos y a las asimetrías del tamaño científico, entre otras razones.

Para conocer en detalle la colaboración internacional en la que participa Colombia, en este trabajo se examinan el número de citas (**NCit**) y el número de citas por documento (**CpD**), teniendo como foco de análisis un conjunto de países seleccionados, presentados en dos grupos: el ámbito internacional y el latinoamericano. Sobre cada uno de los países seleccionados, adicionalmente se observa el comportamiento de las **áreas temáticas** donde se registra un mayor nivel de colaboración.

Adicionalmente, para dimensionar de mejor manera la colaboración internacional en la que participa Colombia en su trabajo de Investigación y Desarrollo, se analizan una serie de mapas o *cienciogramas*, de dos tipos: unos *sociogramas* que representan las redes de colaboración asimétrica que establece Colombia con sus principales socios del mundo (entendiendo como tales aquellos con los cuales comparte, por lo menos, el 1% de su producción científica), y otro mapa de colaboración con los países latinoamericanos que reportan la mayor producción científica de la región (superior a las 12.000 publicaciones en el período). También se elaboraron 27 mapas *heliocéntricos* a fin de visualizar las relaciones con los mayores colaboradores que tiene Colombia en cada área temática. En este caso, la distancia de los nodos respecto al centro (que siempre será Colombia), es inversamente proporcional al impacto de los trabajos en conjunto, por lo que la cercanía al nodo central significa una mayor visibilidad. Por su parte, el color de los nodos permite identificar la región del mundo a la cual pertenece.

Cabe destacar que todos los indicadores de colaboración mencionados bajo este numeral, se presentan tanto respecto al total de la producción científica como con referencia a aquella destacada con los indicadores de Excelencia, Liderazgo y Excelencia con Liderazgo, con lo cual se proporciona una información todavía más detallada y cualificada sobre la dinámica de esta colaboración.

- **La estructura científica**

Como se indicó anteriormente, esta dimensión también cubre aquellos indicadores que apuntan a representar la estructura de la ciencia colombiana, a partir de la cocitación de áreas y categorías temáticas (De-Moya-Anegón, Vargas-Quesada, Herrero-Solana, Chinchilla-Rodríguez, Corera-Álvarez, & Muñoz-Fernández, 2004), según la clasificación definida por la base de datos *SciVerse Scopus®* (Anexo 8.1.)

Los cienciogramas que resultan de este proceso, son interpretados con base en el **Análisis Estructural y de Redes Sociales**, que se explica más adelante. Esta misma propuesta metodológica es utilizada para analizar las redes de colaboración científica enunciadas.

Para conocer las fortalezas y debilidades de la ciencia colombiana, en cuanto a las temáticas en las que centra su trabajo de I+D y que revelan su perfil, se utilizó el **Análisis Multivariante** que permite representar la posición relativa del país en cada una de las 27 áreas temáticas de *SciVerse Scopus®*, en el contexto los países latinoamericanos que tuvieran una producción científica superior a los 12.000 documentos en esta base de datos entre 2003 y 2010. En estos mapas de posición se ubican los países de acuerdo con su grado de especialización temática y visibilidad internacional, teniendo en cuenta el promedio mundial en el cuadrante superior derecho se ubican los países que a la vez alcanzan el mayor índice de especialización temática relativa y la más alta visibilidad. El gráfico muestra cuatro cuadrantes, que posicionan los agregados según su relevancia científica: El cuadrante superior derecho está reservado para aquellos que cumplen criterios por encima de la media del dominio (geográfico o científico) y por tanto, detecta las fortalezas del mismo. En el cuadrante inferior izquierdo, se ubican los agregados que no logran superar las medias del dominio y, por tanto, señala sus debilidades. Se tiene en cuenta la producción absoluta, en razón de que no es equiparable la posición de una pequeña cantidad de documentos en un área relevante que una gran cantidad de trabajos. (De-Moya-Anegón, Chinchilla-Rodríguez, Corera-Álvarez, González-Molina, & Vargas-Quesada, 2011, págs. 155-156)

El Análisis Multivariante también fue utilizado para visualizar la posición relativa de las 27 áreas temáticas en el ámbito nacional, mediante representaciones que combinan el volumen de producción, la citación normalizada, la especialización temática, el porcentaje de documentos en colaboración y el porcentaje de publicaciones en el primer cuartil.

- **Análisis Estructural y de Redes Sociales**

El Análisis de Redes Sociales (ARS) es un área de investigación que estudia las redes sociales a partir de la **Teoría de Grafos** y ha demostrado ser una propuesta metodológica y técnica muy sofisticada, de gran utilidad para la interpretación de fenómenos sociales, que a la vez ha configurado un cuerpo teórico importante (Molina, 2001). Incluye conceptos e información que permiten describir las redes y sus características, así como las relaciones entre unidades, brindando la posibilidad de estudiar tanto los patrones de comportamiento de individuos en sus propias relaciones estructuradas, como las estructuras sociales en su conjunto. El foco central está puesto en los enlaces relacionales entre los objetos y no tanto en los atributos de tales objetos, que pasan a ser secundarios. Todo ello puede representarse gráficamente mediante la construcción de una interfaz visual con la base de datos, e interpretarse en términos de pautas o estructuras relacionales entre unidades. (Rodríguez, 1995) (De-Moya-Anegón, y otros, 2004, pág. 20)

Aunque son diversas las aplicaciones que ofrece el ARS para el estudio de las redes que establecen las comunidades científicas, el Grupo SCImago se ha interesado por las relaciones derivadas de la cocitación de trabajos científicos, porque ellas permiten analizar dominios geográficos, temáticos, institucionales y personales, en función de las perspectivas de una disciplina o las pautas o conductas de citación, relaciones entre autores y los grupos que ellos conforman, colegios invisibles, etc. Para el efecto, se utiliza un software ad-hoc -en este caso, **Pajek**⁶⁵-, capaz de

⁶⁵*Pajek* (que en español significa Araña) <http://pajek.imfm.si/doku.php>, es un programa para la visualización y análisis de grandes redes sociales y gratuito para usos no comerciales, que genera redes sociales desde un punto de vista estético: utilizando el máximo de espacio disponible, minimizando el número de enlaces cruzados y forzando la separación de nodos. (De-Moya-Anegón, Vargas-Quesada, Herrero-Solana, Chinchilla-Rodríguez, Corera-Álvarez, & Muñoz-Fernández, 2004)

generar una red de los pares de elementos más conocidos y construir una representación espacial de dichos elementos, de sus relaciones, de los grupos que forman a partir de su alto grado de co-citación, y de las relaciones que existen entre esos grupos. Para optimizar la calidad de esta representación, también se utilizan los algoritmos *Kamada-Kawai* (Kamada & Kawai, 1989) -con el que se logra la generación automática de representaciones en un plano, partiendo desde una posición circular de los nodos- y el *Pathfinder* o *PFNet* que permite hacer una poda de la red, evitando la amalgama de enlaces y logrando similitud entre los vértices del mapa (De-Moya-Anegón, y otros, 2004, págs. 20-21) (De-Moya-Anegón, Vargas-Quesada, Herrero-Solana, Chinchilla-Rodríguez, Corera-Álvarez, & Muñoz-Fernández, 2004) (Corera Álvarez, 2006, págs. 95-97)

La adecuada interpretación de estas redes está sujeta a la comprensión de ciertos conceptos claves que permiten revelar la complejidad subyacente que hay en ellas y aprovechar su potencialidad. Aunque es abundante la literatura sobre ARS y es un tema que ha dado lugar a revistas especializadas y eventos exclusivamente dedicados a su estudio y desarrollo, cabe mencionar los conceptos básicos que sirven de pauta para el análisis de los cienciogramas que conforman los Atlas de la Ciencia

Un **Grafo** es un conjunto de puntos interconectados por un conjunto de líneas. Estos elementos reciben los nombres de puntos (*points*) y aristas (*arcs*), respectivamente. Llevado al caso de las redes sociales, los puntos corresponden a los **Actores**, mientras que las aristas equivalen a **vínculos, enlaces, uniones, conexiones, ligámenes, o nexos** según las traducciones halladas en la literatura de la especialidad (Herrero López, 2000). En el caso de los cienciogramas elaborados por SCImago, los Actores pueden ser investigadores, instituciones, países, áreas/categorías temáticas, o revistas, y son representados por los **nodos** o **esferas** con colores distintivos, dependiendo del conjunto de análisis: un sector, una región geográfica, etc. El tamaño de cada esfera es proporcional al volumen de los documentos que en cada caso correspondan a los Actores, mientras que los **enlaces** muestran las relaciones de cocitación que existen entre ellos. La **intensidad** de estas relaciones está representada por el grosor de los enlaces (a mayor intensidad, mayor grosor), mientras que **la distancia** de los nodos es inversamente proporcional al impacto de

los trabajos en conjunto; por consiguiente, una mayor cercanía al nodo central significa una mayor visibilidad.

La distribución espacial de todos los elementos también cobra su significado, empezando por la misma red, sobre la que puede establecerse hasta qué punto es una estructura centralizada, en función de los conceptos de densidad y compactibilidad, pero también en relación con sus puntos más centrales, pues la red puede formarse sobre un punto o un conglomerado de puntos en una parte concreta del grafo (centro estructural), o en torno a un punto central (centro absoluto). De esta manera, se puede estudiar el conjunto de propiedades de la estructura general de la red de relaciones y el nivel de integración que la caracterizan con base en la identificación de sus componentes y el análisis de la densidad y la cohesión del conjunto de la red o de sus componentes, así como la posición que ocupan éstos dentro de la estructura de la red o en relación con otros actores (Sáenz Menéndez, 2003). En este caso, el indicador clave es el de **Densidad**, mediante el cual se conoce el número de vínculos que se establecen entre los nodos, con relación a un número máximo que pudiera establecerse si todos los actores estuvieran conectados entre sí, en cuyo caso el valor máximo obviamente es de 1. En una red no direccional, la Densidad se obtiene aplicando la fórmula $L/n(n-1)/2$, mientras que en una red direccional (A-B es diferente a B-A), la fórmula es $L/n(n-1)$, siendo L el número de líneas y n el número de nodos. De este modo, las asimetrías en la colaboración se representan a través de flechas, cuyo grosor y dirección indican influencia y atracción. El sentido de la flecha también revela la dependencia de un grado respecto a otro, así: $A \rightarrow B$ significa que las copublicaciones que comparten tienen más peso para A que para B, y por tanto, la relación se caracteriza por una mayor dependencia de A en la colaboración que establece con B. En los mapas heliocéntricos, la distancia de cada actor respecto al nodo central es proporcional a la intensidad de las relaciones.

Ahora, respecto a los Actores, la metodología ARS utiliza **medidas de centralidad** para interpretar el rol que ellos cumplen dentro de la red. En general, un punto es central si está bien conectado con los demás puntos de su entorno. Los nodos con un mayor número de enlaces tienden a ocupar posiciones centrales, mientras que los

que tienen un menor número, se sitúan en la periferia. Las medidas utilizadas en este estudio son:

- **Grado Nodal (Degree)**: Indica la centralidad local de un actor respecto a los demás y está determinado por el número de nodos con los cuales establece una relación o enlace directo. Si el grafo es direccional, es necesario distinguir el grado de entrada (*indegree*) del grado de salida (*outdegree*), los cuales indican el número total de nodos que tienen enlaces dirigidos a él y el número de enlaces que éste dirige a otros nodos, respectivamente. Con el fin de lograr una medida libre de sesgos, el Grado Normalizado (*NrmDegree*) representa el porcentaje de relaciones que tiene un nodo respecto al número total de relaciones que podría tener dentro de la red.
- **Intermediación (Betweenness)**: Mide el grado en que un nodo se ubica entre los demás componentes de la red para así representar la capacidad que tiene de servir como conector entre nodos y de mantener la red unida. El índice de intermediación es la suma de los cocientes entre los caminos geodésicos, es decir, la suma de los caminos más cortos existentes en la red, que unen dos nodos y el número de ellos que pasan por el nodo en cuestión (Sáenz Menéndez, 2003). Un valor alto del indicador refleja un papel importante de intermediación para dinamizar la red.
- **Cercanía o proximidad (Closeness)**. Representa la capacidad que tiene un nodo de comunicarse e interactuar con los demás componentes de la red, dada su proximidad con ellos. Se calcula a partir de la suma de distancias que separan a un actor del resto de nodos de la red, de modo que una cifra baja significa mayor cercanía y, por ende, mayor poder de interacción.

En términos generales, la construcción de los mapas requirió el siguiente procedimiento:

- Elaboración de las matrices con base en el total de copublicaciones para cada uno de los agregados.
- Aplicación de tasas de colaboración asimétrica a las matrices construidas.
- Elaboración de los cienciogramas en *Pajek*, a partir de las matrices asimétricas anteriores, y teniendo en cuenta el algoritmo *Kamada Kawai*, ya descrito.

- Exportación de los mapas en formato *Scalable Vector Graphics (SVG)* para su correcta visualización.
- Obtención de las medidas de densidad y centralidad de la red, utilizando el software UCINET (Borgatti, Everett, & Freeman, 2002).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO

En tanto Análisis de Dominio y conforme lo recomiendan organismos internacionales, los indicadores socioeconómicos son fundamentales para la comprensión y adecuada valoración de la dinámica de la ciencia y la tecnología de un país. En este caso, ellos estarán exclusivamente referidos a los recursos humanos y financieros que dedica Colombia al desarrollo de su I+D, teniendo como referentes sus vecinos más próximos, pero también la región latinoamericana en su conjunto y algunos otros países que permitan un contraste con las realidades o tendencias del ámbito internacional.

Con este propósito, la **Figura 11** muestra datos sobre la **Inversión en I+D** como porcentaje del PIB en el mundo, en tres momentos: 2002, 2007 y 2009. Como es conocido, la inversión está en correspondencia directa con el grado de desarrollo de un país: a mayor inversión, mayor desarrollo; la menor se observa en los países menos desarrollados o en desarrollo, entre los cuales está Colombia (**Anexo 8.3**)

En términos generales, el país no supera el 0,1% del PIB en I+D. Solo ampliando la cifra a dos decimales se puede observar un incremento de 0,11% a 0,15% en los cinco años del reporte⁶⁶. Así, Colombia no alcanza el promedio de inversión que hace el conjunto de países en desarrollo (sus semejantes) y está todavía más distante del promedio de la región latinoamericana, que lo supera un poco más de seis veces.

⁶⁶El Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (2010, pág. 22), presenta hasta tres decimales para mostrar el incremento paulatino que hace el país en la inversión en I+D: 0,118% en 2002; 0,153% en 2007; y 0,155% en 2009. Curiosamente los datos cambian en el libro de indicadores del año siguiente (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2011, pág. 20), registrando estas cifras: 0,170% en 2007 y 0,193% en 2009, sin nota aclaratoria. En este trabajo se mantienen las cifras iniciales que coinciden con las reportadas a la Unesco y la Ricyt, de donde son tomadas.

También está lejos de la meta que se ha propuesto para 2019 de invertir el 2% del PIB en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (es decir, no en I+D) (Colombia. Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2009) Mientras tanto, en 2009 el mundo invierte en promedio un 1,77% en I+D y los países más desarrollados un 2,32%. Se destaca Norteamérica con una inversión del 2,72% del PIB en el mismo año.

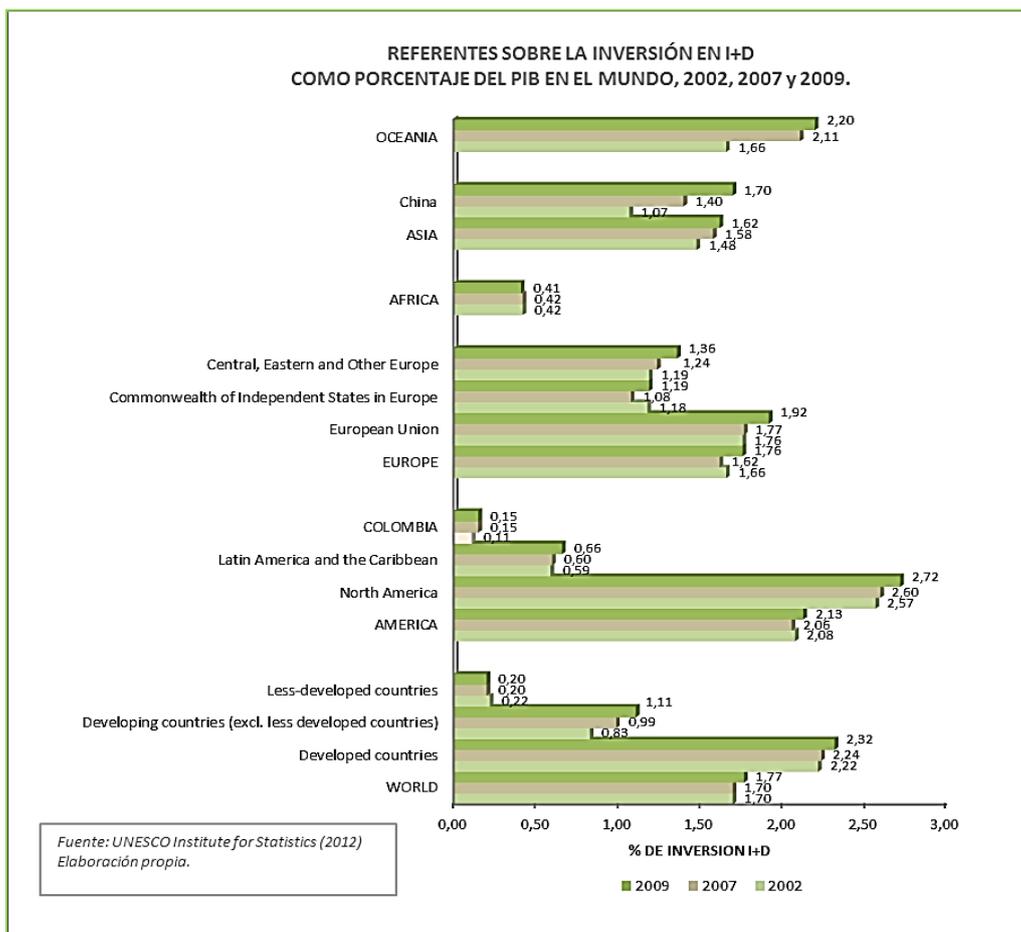


Figura 11. Referentes sobre la Inversión en I+D como porcentaje del PIB en el mundo, 2002, 2007 y 2009.

Para detallar la situación, la **Figura 12** muestra lo que invierte Colombia en I+D respecto a lo que invierten sus vecinos y también España, como referente iberoamericano. La cifra se presenta comparando tanto el porcentaje del PIB que se destina a la inversión en I+D (**la intensidad**), como lo que significa este porcentaje en términos de millones de dólares (USD), de manera que se pueda dimensionar **el esfuerzo** que cada uno hace en I+D.

Desafortunadamente no se dispone de datos de Venezuela, pero en este contexto se demuestra, de nuevo, que el porcentaje del PIB dedicado a la inversión en I+D que hace Colombia es el menor, bastante alejado de las demás y, en definitiva, muy exiguo. Sin embargo, ya en términos de esfuerzo, la inversión en USD que hace Cuba es más cercana a la colombiana, aunque de todos modos la supera. En este mismo sentido se presentan los casos de Cuba, Argentina y Chile, respecto a México, pues aunque éste aparentemente destina un menor porcentaje a la inversión en I+D, en términos de esfuerzo es superior. La situación de Brasil es muy semejante a la española, aunque en últimas, España realiza un mayor esfuerzo que la potencia latinoamericana.

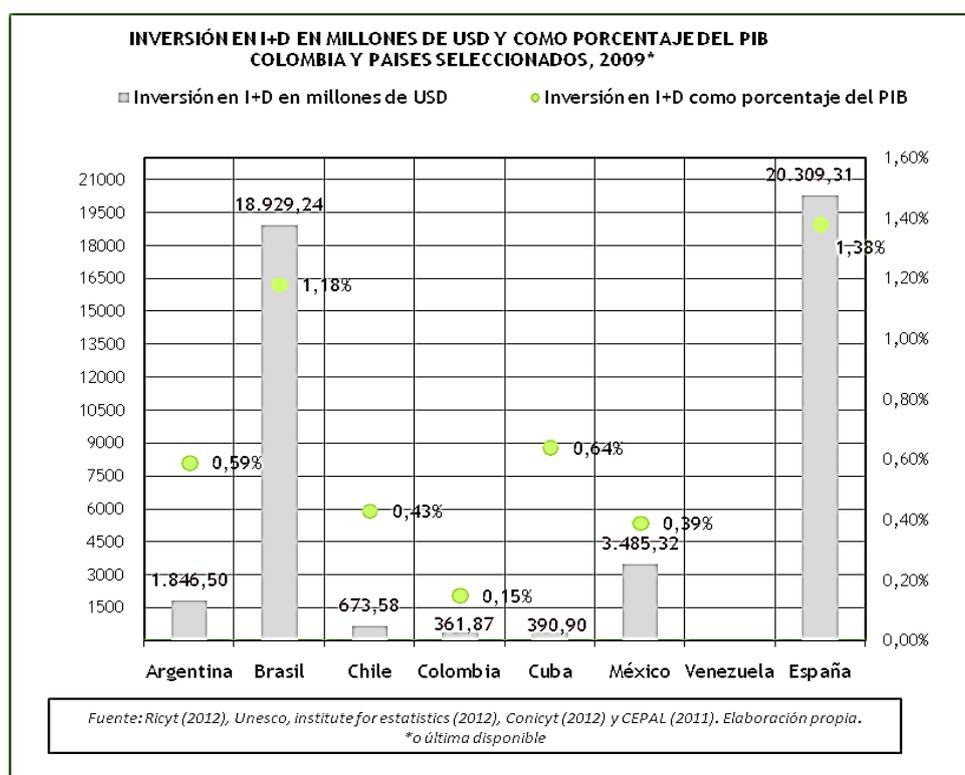


Figura 12. Inversión en I+D como porcentaje del PIB frente al PIB en millones de USD. Colombia y países seleccionados, 2009.

Los datos de Colombia se complementan al observar la evolución del PIB y la inversión en I+D desde 2000, ambas cifras en millones de dólares (Figura 13). Es evidente que el crecimiento positivo de la economía colombiana, se refleja también en la inversión en I+D, en una correlación de $R^2=0.99$.

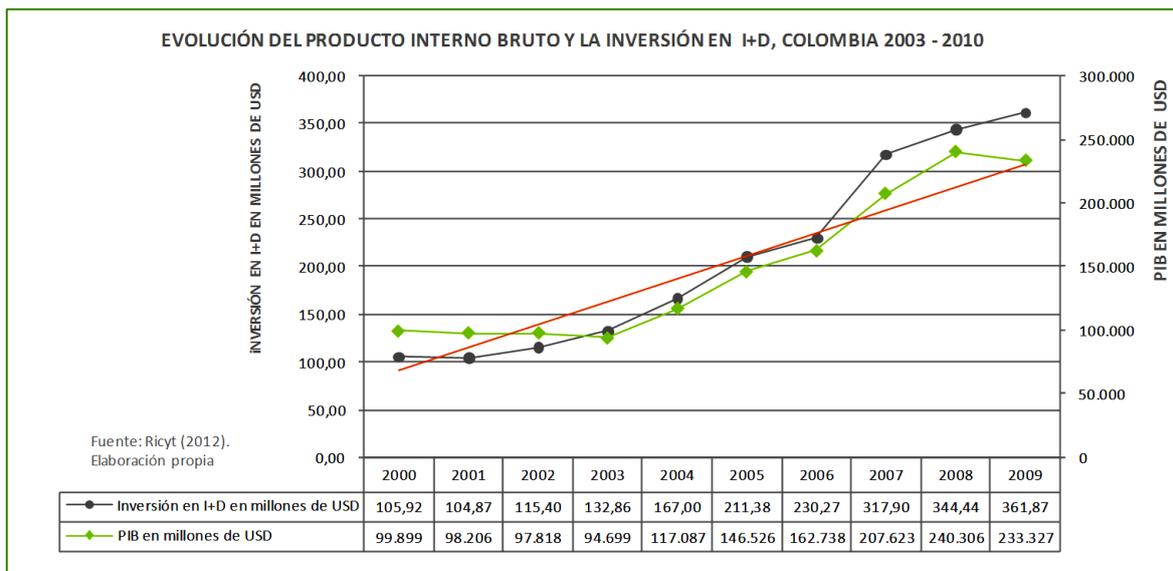


Figura 13. Evolución del Producto Interno Bruto y la inversión en I+D. Colombia, 2000-2009

La situación socio-económica expuesta hasta el momento se ratifica desde la perspectiva que ofrece la **Figura 14** (Datos detallados en **Anexo 8.3**), donde puede observarse la posición respecto a Estados Unidos de América como el referente mundial del momento (sin desconocer que están ingresando nuevos actores al grupo de líderes en ciencia y la tecnología del mundo, con China compitiendo por el primer lugar).

A simple vista, la posición de los países latinoamericanos en el cuadrante inferior izquierdo revela el rezago del grupo en el tema de la ciencia y la tecnología, pues la inversión que realizan en I+D como porcentaje del PIB (intensidad) y el número de investigadores por millón de habitantes que reportan, distan mucho de las tendencias que marca el mundo científico, aquí reflejado en la posición de USA. Brasil, como economía emergente y potencia latinoamericana, logra destacarse del conjunto y asimilarse a la situación española, en cuanto al tamaño de su PIB y el porcentaje que invierte en I+D; sin embargo, difiere bastante del número de investigadores por millón de habitantes de que dispone, aspecto en el cual también es superado por Argentina. Este hecho es destacable, por cuanto la intensidad de la inversión en I+D de este país es bastante inferior a la que hace Brasil. Colombia, como se ha visto, se ubica en la posición más crítica de todos ellos, a pesar de que su PIB es mayor que el de Chile.

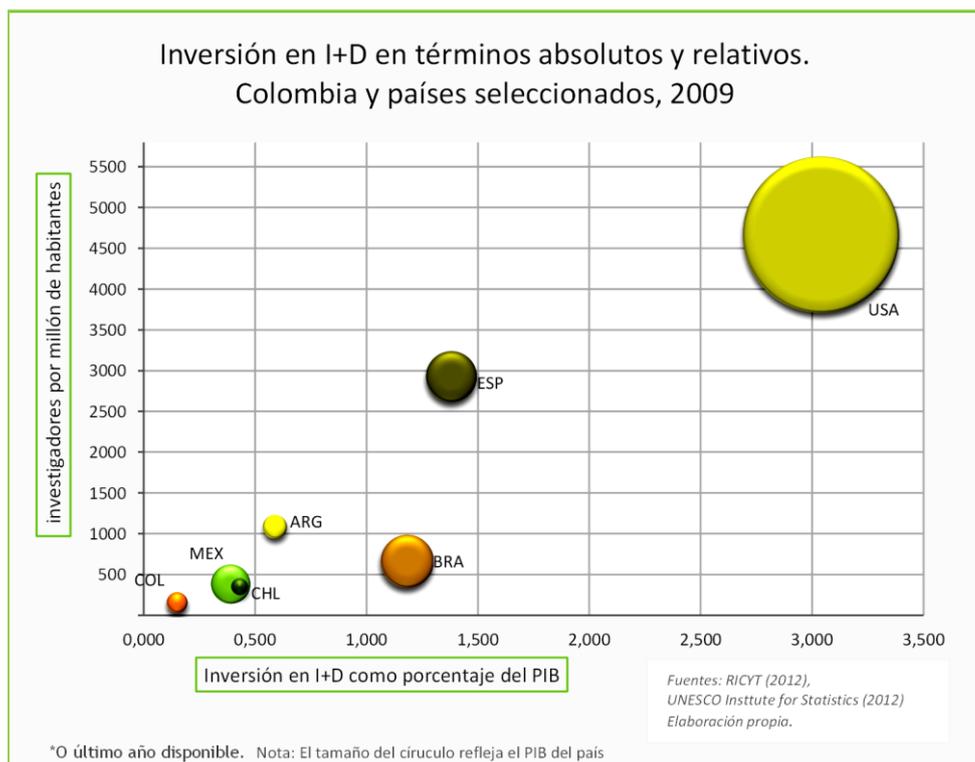


Figura 14. Inversión en I+D en términos absolutos y relativos. Colombia y países seleccionados, 2009

Ahora, al detallar la inversión que se hace en I+D a nivel de Investigador Equivalente a Jornada Completa (EJC), como lo muestra la **Figura 15**, se observa en primer lugar que Colombia tiene una de las cifras más bajas de investigadores EJC por cada mil integrantes de la Población Económicamente Activa (PEA), aún por debajo del promedio latinoamericano. Sobresale la situación de Argentina que presenta una cifra que supera a la del Brasil, aunque la de éste corresponde casi a la mitad de la española. Sin embargo, en el esfuerzo que hace en la inversión por investigador, Argentina se queda corta respecto a la proporción que muestran Brasil, Chile, e inclusive Colombia, que destina una mayor inversión a pesar de contar con una cifra significativamente menor de investigadores EJC por cada mil integrantes de la PEA. Este dato cobra valor al examinar los resultados sobre la producción científica que reporta cada país. De ahí que se establezca relación entre el **número de documentos por millón de habitantes** para determinar la **eficiencia** del sistema. Bajo esta óptica, Colombia avanza significativamente pasando de 47,19 **documentos por millón de habitantes** en 2006 a 88,61 en 2009. Aún así se mantiene en los últimos lugares de la región, en el contexto de la cual Chile lleva la delantera con una relación de 373,85

documentos por millón de habitantes en 2009, cuando en 2006 tenía 293,12 (Ricyt, 2012).

Ahora, la relación entre el número de documentos por investigador por año, da cuenta de la productividad del sistema. En este caso, Chile vuelve a estar a la delantera, registrando en 2009 una relación de 0,72, mientras Colombia registra 0,51 y Brasil 0,41 (Ricyt, 2012), (Conicyt, 2012).

El punto anterior invita a hacer una aproximación al capital humano, empezando por dimensionar cómo se distribuyen los investigadores por las regiones del mundo. Esto lo enseña la Figura 16 (Anexo 8.4), que prácticamente se corresponde con lo expuesto sobre Inversión en I+D en el sentido de que los países más desarrollados cuentan con el mayor porcentaje de investigadores, al punto de concentrar casi el 64% de ellos en 2009. Sin embargo, es evidente la movilidad que han tenido los investigadores en este período, lo cual podría explicarse por el fenómeno que advierte la Unesco (2010, pág. 10) como “la migración de investigadores altamente cualificados del Sur al Norte fue un rasgo característico del pasado decenio”.

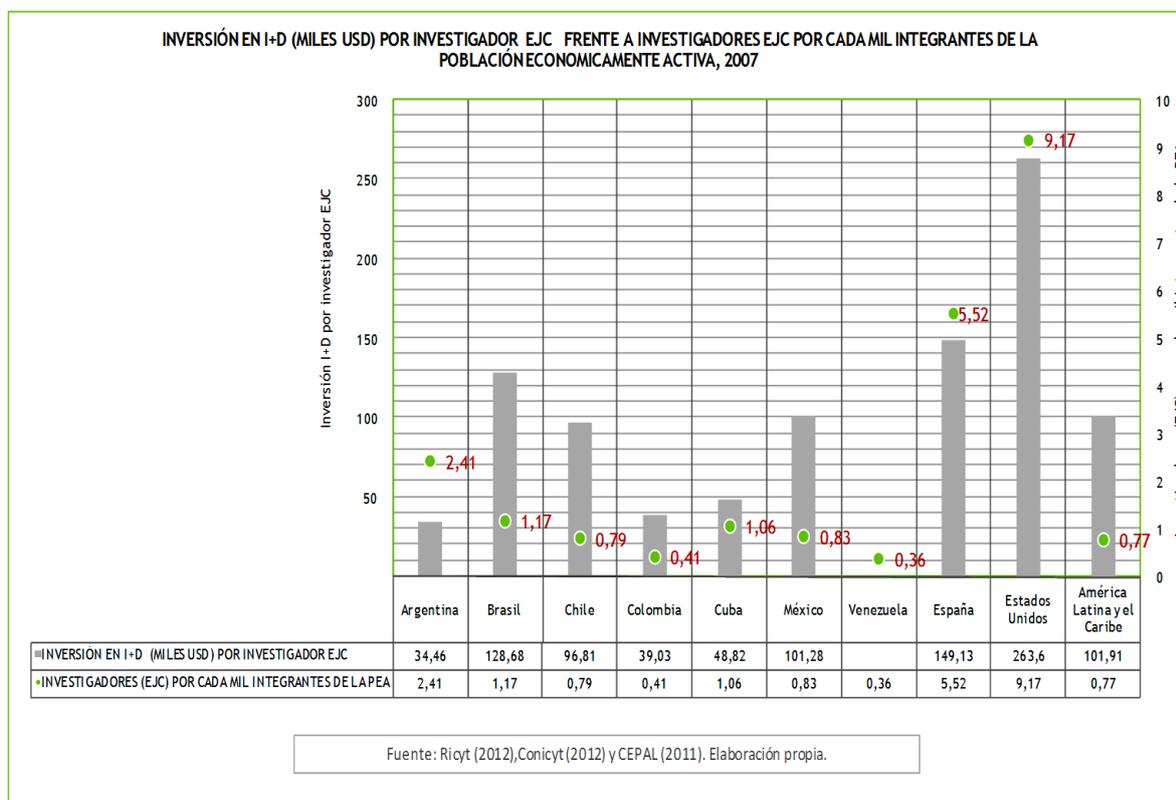


Figura 15. Inversión en I+D (Miles USD) por Investigador EJC frente a Investigadores EJC por cada mil integrantes de la PEA, 2007

En 2009, Asia reúne el mayor porcentaje, seguido por Europa y luego por América. Cifras incipientes que bordean el 2% están en Oceanía y África. La región de América Latina y el Caribe, por su parte, cuenta con un 3,77% de los investigadores del mundo, marcando una tasa de crecimiento positiva aunque leve.

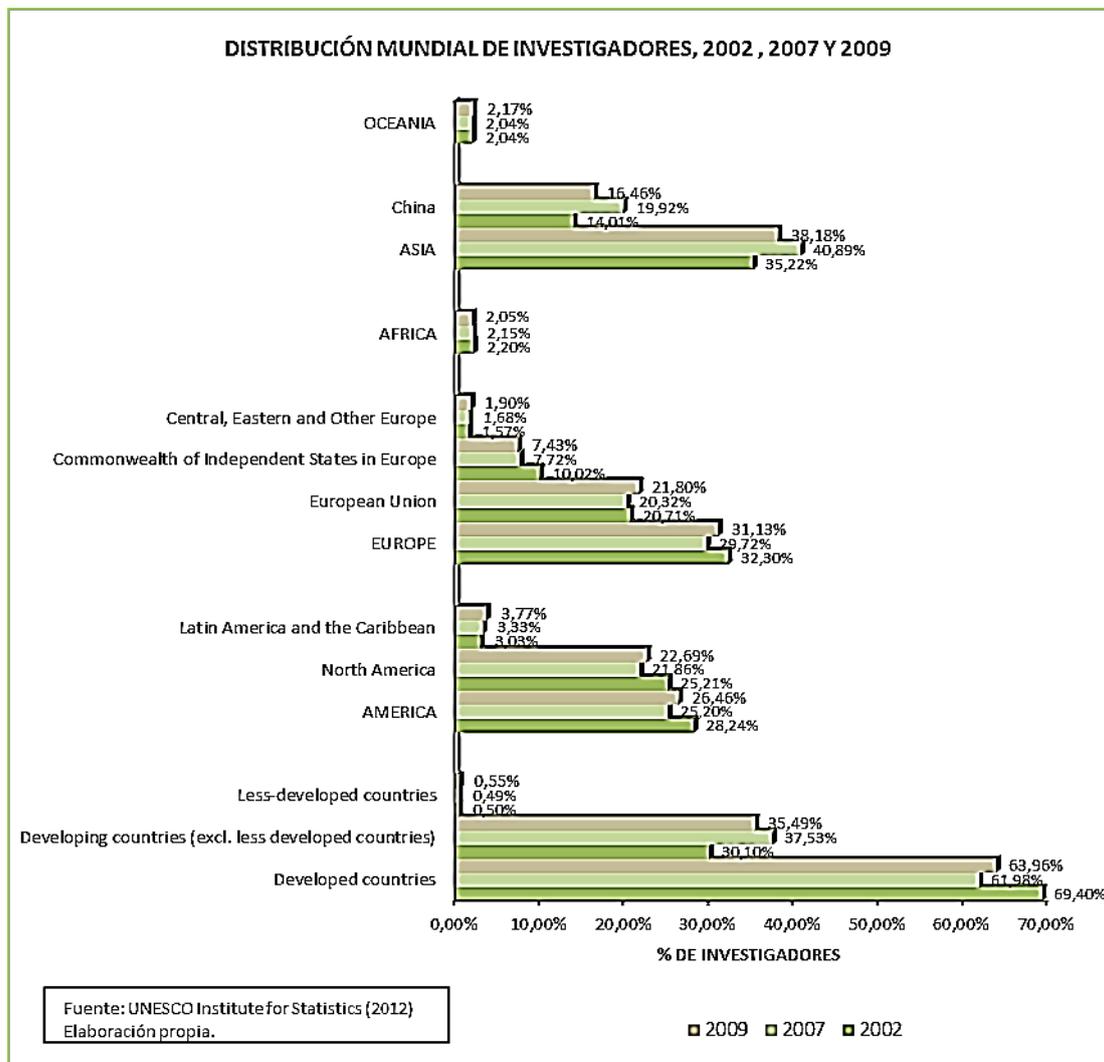


Figura 16. Distribución Mundial de los Investigadores, 2002, 2007 y 2009

La posibilidad de contar con un grupo importante de científicos dedicados a I+D está directamente relacionada con las capacidades que tiene un país para formar investigadores del más alto nivel. Por esto, la **Figura 17** da una visión del número de graduados en programas de maestría y doctorado nacionales que permite comparar la situación colombiana respecto a España y países de la región.

Llama la atención el gran número de graduados en maestrías que reporta México, en relación con Brasil; sin embargo, el número de doctores que gradúa Brasil es significativamente superior y esto da más cuenta de su potencial científico. Excepto España, los demás países están muy lejos de estas cifras, aunque se destaca Chile en graduación de magísteres, con una suma que prácticamente dobla a la colombiana. Argentina, por su parte, gradúa casi la tercera parte de magísteres que Chile y poco menos que Colombia. En cambio, en cuanto al número de doctores, Argentina gradúa el mayor número después de Brasil, España y México, superando por más del doble a Chile y más de seis veces a Colombia. En materia de doctorados, Cuba también presenta una cifra importante dentro del conjunto. Si no fuera por los datos de Venezuela, que justo en el 2009 presenta unas cifras tan precarias (cuando en 2007 graduó 335 doctores y 3.296 magísteres según la misma fuente), Colombia volvería a estar en el último lugar respecto a los países que fueron seleccionados para analizar su posición relativa. En esta oportunidad, no se incluyó a los Estados Unidos de América porque en 2008 presenta las cifras exorbitantes de 55.300 graduados en doctorados y 631.000 en maestrías, y, por tanto, no favorecen la visualización del gráfico. Igual sucede con los totales de Latinoamérica y el Caribe, que en 2009 registró 15.249 nuevos doctores y 115.206 nuevos magísteres, en proporciones significativamente menores que lo observado en el país norteamericano.

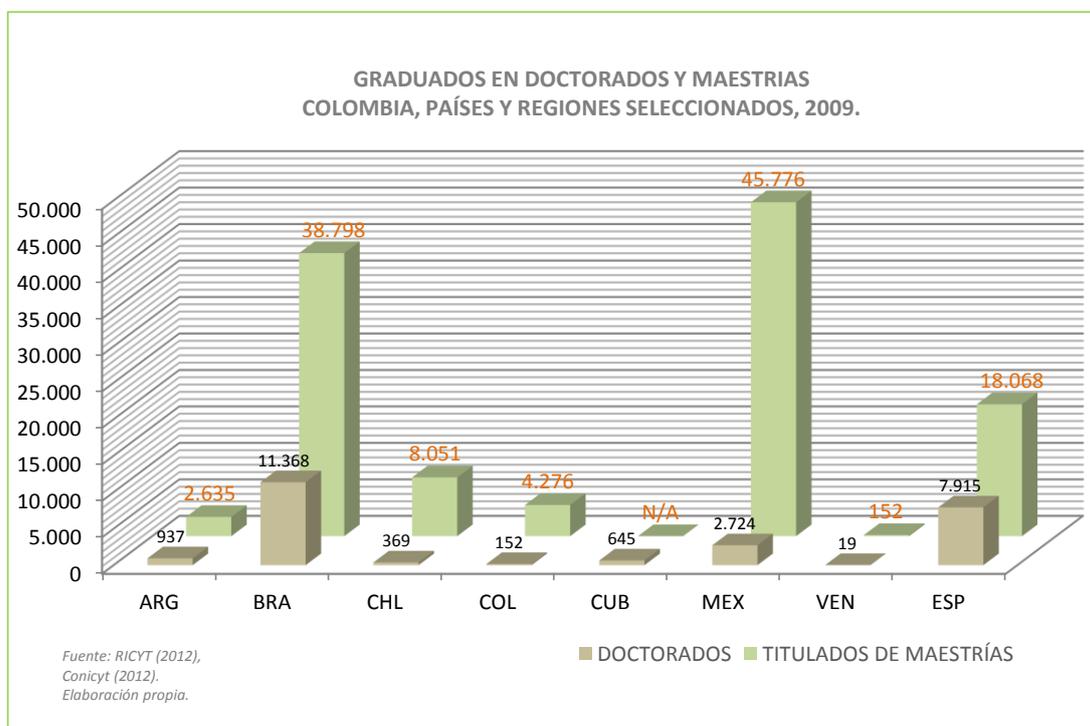


Figura 17. Graduados en Doctorados y Maestrías. Colombia y países seleccionados, 2009

A pesar de la situación expuesta en la **Figura 17**, donde en términos comparativos Colombia evidencia la menor capacidad del conjunto para formar doctores y algo más para formar magísteres, es también cierto que viene construyendo estrategias para fortalecerse, según lo muestra la **Figura 18**. Aquí, los datos se refieren al número de graduados que reportan las instituciones de educación superior del país, las cuales avanzan en la creación y fortalecimiento de programas de posgrado, que han hecho posible graduar a 4.276 magísteres y 152 doctores en 2009, en contraste con los 1.443 magísteres y 29 doctores graduados en 2000.

Sin embargo, el capital humano con formación de doctorado en Colombia no se limita a estos datos. De acuerdo con el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (2011, pág. 51), para el año 2010 se registraban 5.889 doctores en la base de datos ScienTI, incluyendo investigadores extranjeros residentes en el país y también aquellos colombianos titulados en el exterior, muchos de los cuales contaron con el apoyo del Programa Nacional para la Formación de Investigadores, entre otras estrategias diseñadas con este propósito.

Aun así, las cifras no son las mejores en el concierto internacional, pero tampoco lo son para las necesidades del país. Así se reconoce en diferentes documentos oficiales y también en la actual Política Nacional de Fomento a la Investigación y la Innovación (Colciencias, 2008, pág. 37), cuando dice:

Con todo, Colombia está lejos de haber desarrollado la capacidad que requiere. En 2007 se registran 4.002 doctores, 9.3 por 100.000 habitantes. Ese número corresponde al 50 por ciento de los propuestos por la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo, y resulta más preocupante si se tiene en cuenta que la edad promedio de los doctores es de 48 años. Si Colombia quiere llegar a los 18 doctores por cien mil habitantes al 2019, requeriría formar más de 6.000 doctores. Pero este número resulta ser insuficiente según las metas propuestas por Colciencias para el 2019: tener 25 doctores por cien mil habitantes, en cuyo caso debería formar 11.000.

En definitiva, la meta se ha trazado en términos de lograr que en el año 2019 el país haya graduado 3.600 doctores, con una tasa de graduación de 450 doctores por año (Colombia. Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2009, pág. 36).

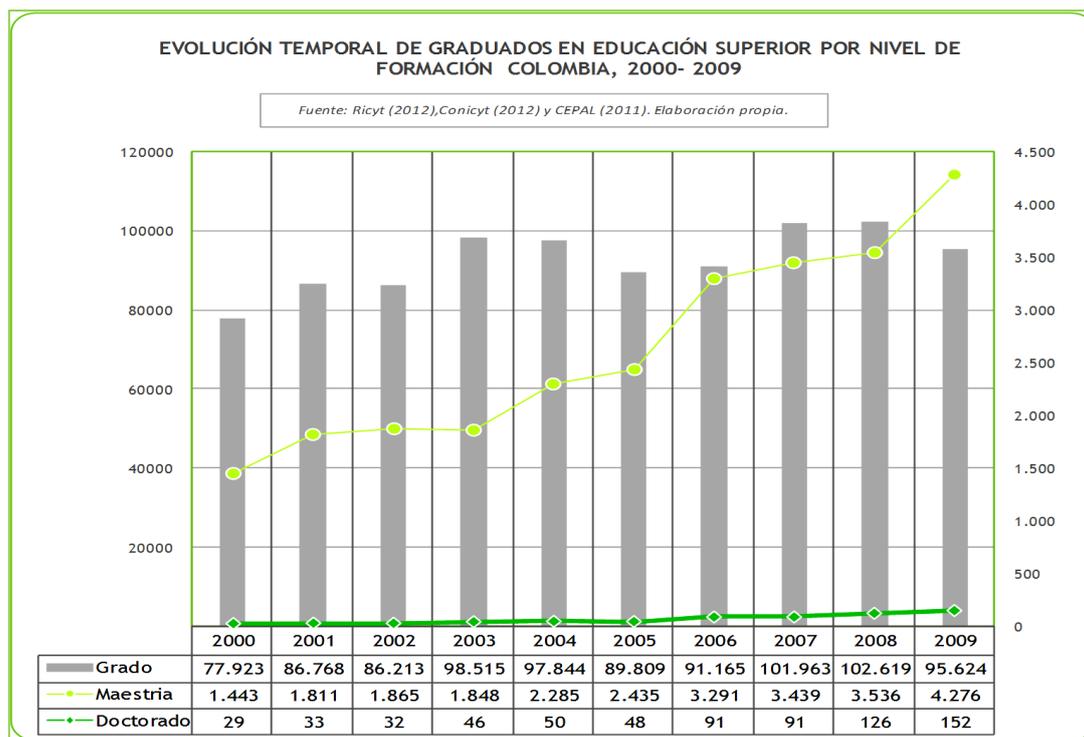


Figura 18. Evolución temporal de graduados en educación superior, por nivel de formación. Colombia, 2000-2009

Pero, por el momento, la realidad es la descrita. Respecto a ella, la Figura 19 presenta datos que ayudan a caracterizar el grupo de investigadores (personas físicas) dedicados a I+D en Colombia, como los actores principales de la producción científica objeto de estudio (ver detalles en Anexo 8.5).

En principio, se observa un incremento constante en el número de investigadores entre 2000 y 2007, que decrece levemente en 2008 y de manera más notoria en 2009. Este hecho puede explicarse por la movilidad internacional y también por lo que la Unesco ha señalado como *fuga de cerebros*, advirtiendo que se ha convertido en un problema importante para los países, por el obstáculo que les representa la salida de conocimientos para el desarrollo de su I+D (Unesco, 2010, pág. 11). Aun así, puede decirse que al final de período, el número de investigadores en Colombia creció nueve veces y que la tasa promedio de crecimiento anual fue del orden del 7,89%.

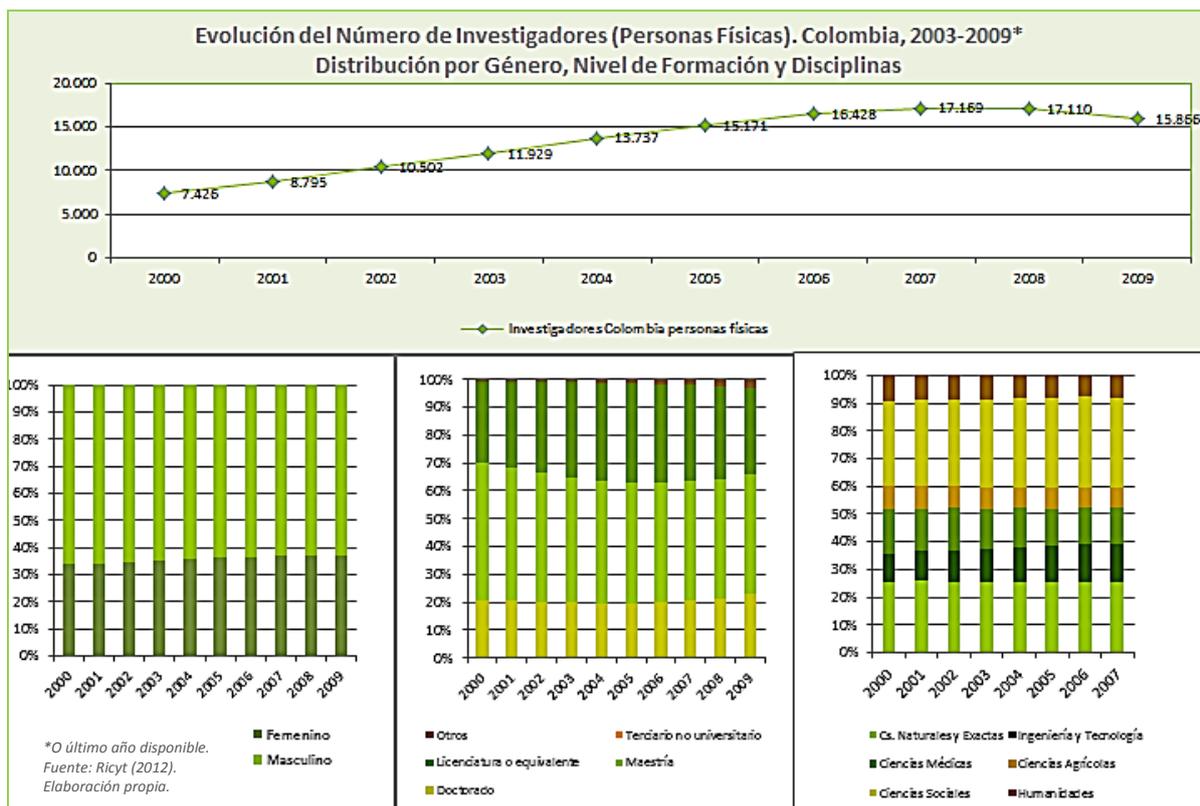


Figura 19. Evolución del número de investigadores (personas físicas). Colombia, 2003-2009. Distribución por Género, Nivel de Formación y Disciplinas.

Si bien la tendencia no es igual, el número de mujeres dedicadas a I+D también se incrementa, al pasar de un 35,09% en 2000 a un 37,24% en 2009. La mujer se abre paso en el mundo de la ciencia colombiana, pero éste sigue siendo mayoritariamente masculino.

En cuanto al nivel de formación, el mayor número de investigadores ostenta el grado de *maestría*, con un promedio del 44,78% para el período. Al final, cede un poco respecto al número de *doctores* que pasa de un 20,96% en 2000 a un 23,10% en 2009. Por su parte, el grupo de los *licenciados o equivalentes* oscila entre un 29% y un 35%, pero también perdiendo presencia al final del período, cuando reporta un 23%. No se registra ninguna cifra en el nivel *Terciario no universitario*, mientras que en *Otros* hay una tendencia ascendente, llegando al 3,04% en 2009.

Las disciplinas a las cuales se dedica este grupo de investigadores con afiliación colombiana no guardan equilibrio entre sí y mantienen su proporción a lo largo del período 2000-2007. Se destacan principalmente las *Ciencias Sociales*, con una franja

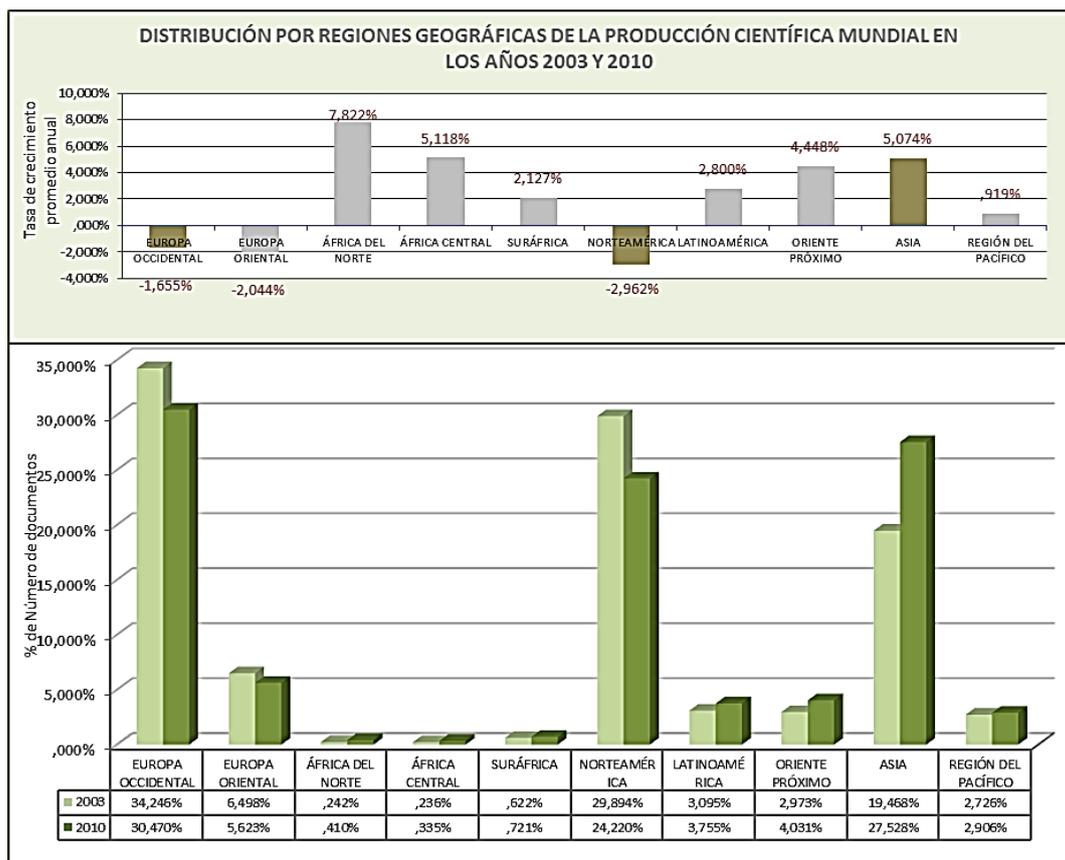
que va de un 30,72% - 32,73%. Sumadas a las *Humanidades*, representan el 40% del total durante el período, aunque éstas decrecen al pasar de un 9,21% en 2000 a un 7,90% en 2007. Luego están las *Ciencias Exactas y Naturales* que se mantienen en el rango del 25%-26% durante el lapso, seguidas por las *Ciencias Médicas* que en el año 2000 registran casi un 16% pero bajan a un 13,28% en 2007. Por su parte, el área de *Ingeniería y Tecnología* muestra una tendencia creciente, que va de un 10,11% a un 13,85%. Finalmente, las *Ciencias Agrarias* tienen las cifras más pequeñas de la distribución disciplinar, con un dato máximo de 8,28% en 2000 y un mínimo de 6,96% en 2007, revelando una tendencia a la baja. Así, los investigadores en cuyas manos está el desarrollo de la ciencia colombiana, pertenecen principalmente a las áreas de las *Ciencias Sociales y Humanas*, con un promedio del 40%, y a las *Ciencias Exactas y Naturales, Ingeniería y Tecnología* que sumadas constituyen la franja del 38% del grupo. De nuevo, es preocupante el reducido número de investigadores en *Ingeniería y Tecnología*, que generalmente lideran la ciencia de un país, así como es llamativo el porcentaje de investigadores en las *Ciencias Médicas*, considerando la fuerte presencia y dinámica que también tienen en la comunidad científica del mundo y, particularmente, de Colombia, como se verá más adelante.

Para concluir, a la luz de los países latinoamericanos seleccionados como referentes: Brasil, México, Argentina, Chile, Venezuela y Cuba, el resultado de los indicadores socioeconómicos básicos de Colombia muestra que el país no cumple con los mínimos propuestos por organismos internacionales y tampoco con sus propias metas, dando como resultado que en la mayoría de los factores, está por debajo del promedio de sus vecinos. Solo cabe esperar que las políticas y programas que va adelantando como reacción positiva a las tendencias del mundo científico, le permitan salir del rezago y ponerse a tono con procesos de investigación y desarrollo fundamentales para el bienestar social.

4.2. ANÁLISIS GENERAL DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

4.2.1. Dimensión cuantitativa

Para dimensionar las características de la producción científica colombiana visible internacionalmente, es conveniente ubicarla dentro del contexto mundial en que ella se mueve. De ahí la Figura 20, que enseña cómo se distribuye la producción científica del mundo en los años 2003 y 2010. En primer lugar, se observa cómo ha cambiado el escenario en un lapso tan corto de ocho años. Al principio del período, la mayor producción de documentos estaba en manos de Europa Occidental y Norteamérica, mientras que en 2010 los porcentajes se redistribuyen para dar paso a Asia como nuevo competidor por el liderazgo mundial. En otro nivel, el resto de regiones también crece (excepto Europa Oriental que pierde unos puntos), siendo significativos los datos de África del Norte que se destaca dentro del conjunto con el incremento más alto de todos (7,82%), lo mismo que África Central y Oriente Próximo. Latinoamérica se beneficia con la redistribución, aunque solo crece un 2,80% en el período, pero manteniendo la tendencia positiva de su grupo más cercano. La Región del Pacífico es la que menos crece en esta redistribución



Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus®. Elaboración propia.
 Nota: Las tasas de crecimiento se han calculado sobre el número total de documentos producidos durante el período 2003-2010

Figura 20. Distribución por regiones geográficas de la producción científica mundial en los años 2003 y 2010

Ahora, la **Figura 21** muestra el crecimiento de los diez primeros productores del mundo durante el mismo período. En ella se destacan los casos de China, que ya ocupa el segundo lugar del SIR, y de la India, que alcanza el décimo, con tasas que superan más de siete y tres veces la de Estados Unidos, respectivamente; no obstante, éste sigue siendo el primer país del mundo en producción científica, como ha sido tradición. Los demás países muestran una tendencia positiva continua, con excepción de Japon, que se aplanan un poco y tiene la menor tasa de crecimiento durante el período.

Country	Evolution 2003-2010	Variation (show absolute)	Total
1 United States		36.81% ↑	3646866
2 China		329.85% ↑	1620740
3 United Kingdom		42.47% ↑	996030
4 Japan		14.41% ↑	910869
5 Germany		41.47% ↑	905926
6 France		45.16% ↑	659270
7 Canada		56.74% ↑	544760
8 Italy		50.37% ↑	514745
9 Spain		81.05% ↑	420508
10 India		134.37% ↑	386684

Figura 21. Tasas de crecimiento de los diez primeros productores del mundo, 2003-2010.
Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus. Elaboración SCImago Lab

En el contexto latinoamericano, la evolución de la producción científica colombiana revela la tasa de crecimiento más alta del grupo (ver Figura 22), llegando a ser de tres cifras (298.73%) y duplicando los resultados de tres cifras que también alcanzan Brasil, Perú y Chile, que le siguen en su orden. Dentro del grupo, Uruguay tiene una tasa intermedia, con un 97%. Y ya muy distantes de los primeros, en el rango del 60%, se ubican México, Argentina y Cuba, que mantienen tasas de crecimiento moderadas. Los de menor crecimiento son Cuba, Puerto Rico y Venezuela, que a su vez presentan muchas fluctuaciones en su trayectoria.

Country	Evolution 2003-2010	Variation (show absolute)
1 Brazil		139.27% ↑
2 Mexico		69.16% ↑
3 Argentina		66.46% ↑
4 Chile		111.92% ↑
5 Colombia		298.73% ↑
6 Venezuela		21.41% ↑
7 Cuba		63.71% ↑
8 Puerto Rico		51.78% ↑
9 Peru		124.88% ↑
10 Uruguay		97.78% ↑

Figura 22. Tasas de crecimiento de los diez primeros productores de Latinoamérica, 2003-2010.
Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus. Elaboración SCImago Lab

Otra manera de ver este crecimiento, es la que ofrece la Figura 23. Sin duda, se trata de un crecimiento destacado, pues prácticamente dobla el promedio de Chile

y sobrepasa en 7 puntos a Brasil. Aunque el hecho se explique por la reciente inclusión de un buen número de revistas latinoamericanas en Scopus o por el rezago histórico de Colombia respecto al resto de países, es claro que hay un trabajo importante de por medio, que le ha permitido renovar su presencia en la comunidad científica internacional (Anexo 8.6)



Figura 23. Crecimiento promedio anual de la producción científica de Colombia, países y regiones seleccionadas, 2003-2010

No obstante la importante tasa de crecimiento demostrada por Colombia, el aporte que representa para la ciencia mundial en 2010 es de apenas de un 0,18% y para Latinoamérica constituye un 4,76% en el mismo año (ver Figura 24), si bien al comienzo del período tenía unas cifras todavía menos significativas (Anexo 8.7).

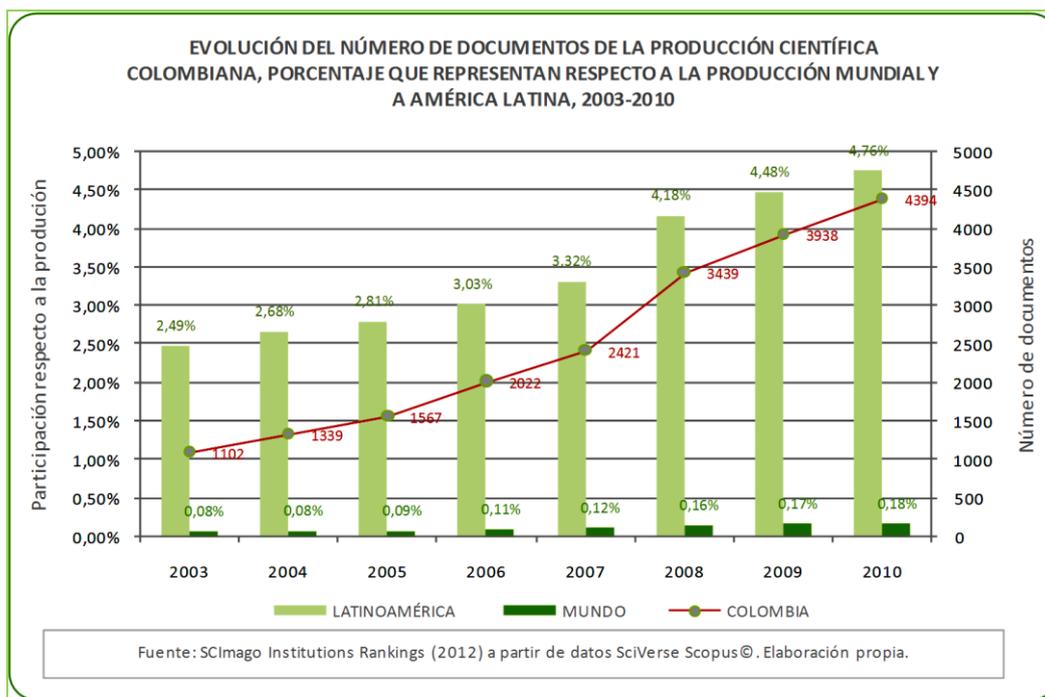


Figura 24. Evolución del número de documentos de la producción científica colombiana. Porcentaje que representan respecto a la producción del mundo y de Latinoamérica, 2003-2010

Para contrastar la situación, la **Figura 25** ilustra lo que representó el mismo aporte en el año 2010, en los casos de Colombia y países seleccionados.

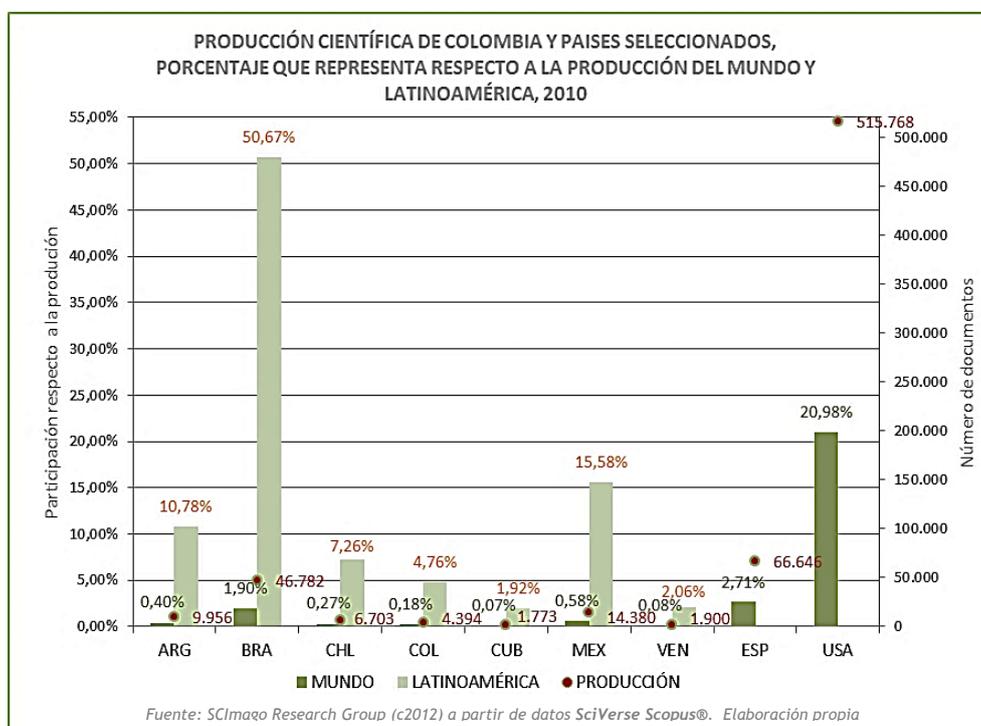


Figura 25. Producción científica de Colombia y países seleccionados, porcentaje que representa respecto a la producción del mundo y de Latinoamérica, 2010

Obviamente, la mitad de la producción latinoamericana se debe al Brasil que aporta casi un 51% a la región con sus 48.782 documentos; sin embargo, esta producción representa para el mundo un 1,90% lo cual es menos significativo si se tiene en cuenta que, por ejemplo, España aporta un 2,71% y es un país con el que está más cercano en términos del esfuerzo que realiza en I+D, como se observó en la **Figura 12**. Estados Unidos y su contribución del 20,98%, se incluye como referente mundial, y respecto a él todas estas cifras siempre serán poco llamativas: aparte del Brasil, ningún país latinoamericano alcanza a representar el 1% de la producción mundial. El segundo lugar es para México, con una diferencia notoria de 1,32% respecto al Brasil. Las cifras más bajas están en Venezuela y Cuba, con un 0,08% y 0,07%, respectivamente.

Respecto al contexto latinoamericano, todos los aportes son muy pequeños y desiguales, dado el peso que tiene la producción brasileña. México es el segundo en aportar, con un 15,58%, y el último es Cuba con un 1,92%. Esta misma situación se puede observar en la **Figura 26**, que representa la evolución quinquenal de la producción científica de Colombia y los países seleccionados durante 2003-2010.

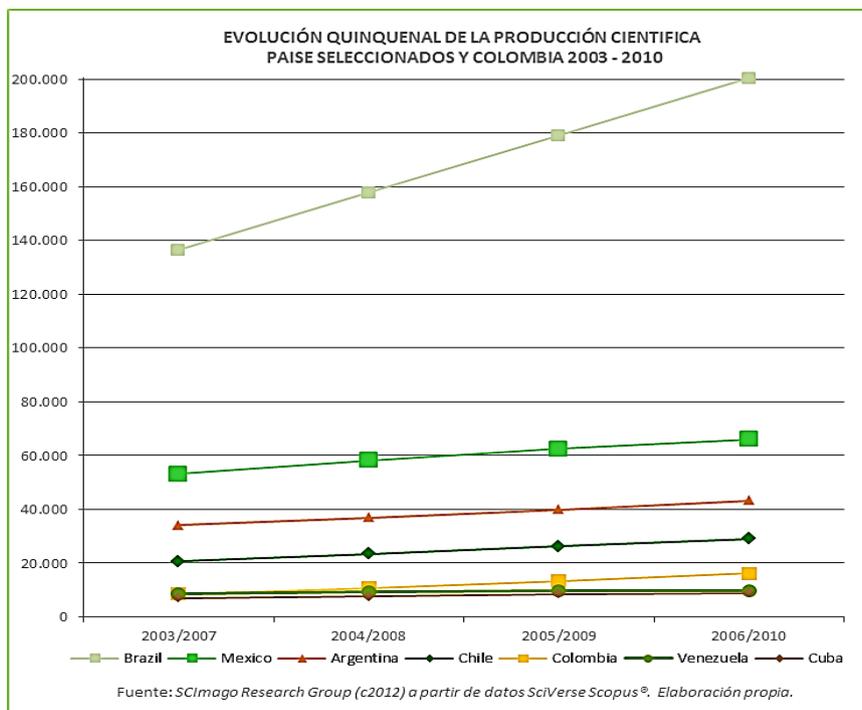


Figura 26. Evolución quinquenal de la producción científica colombiana y de los países seleccionados, 2003-2010.

Ya en términos absolutos, la producción científica de estos países, además de España, se representa en la **Figura 27** donde se puede distinguir el porcentaje de producción de excelencia, liderada y de excelencia liderada, respecto al número total de documentos producidos por cada uno de ellos durante el período.

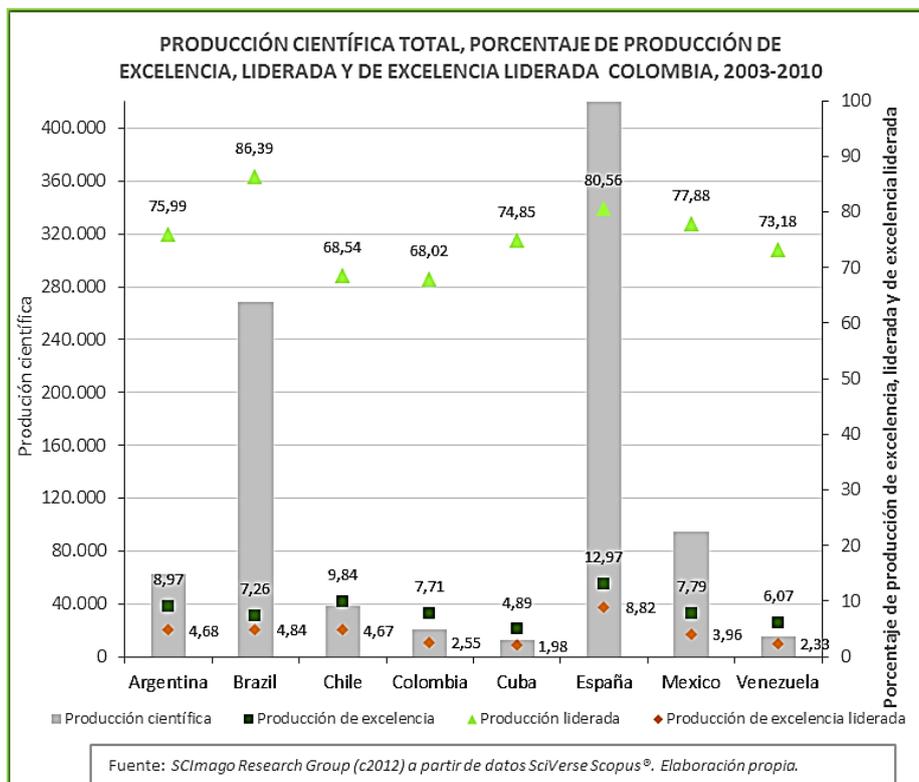


Figura 27. Porcentaje de producción de excelencia, liderada y de excelencia liderada. Colombia y países seleccionados, 2003-2010.

Y es justamente en consideración a esta producción absoluta que los resultados de Colombia son significativos, pues a pesar de las marcadas diferencias que se presentan en el número total de documentos producidos respecto a Brasil y México, por ejemplo, la producción de excelencia de Colombia se mueve en el mismo rango que ellos; de hecho, supera ligeramente la de Brasil. En cuanto a la producción liderada, se asemeja más a Chile, aunque es superada por todos los países. Donde su desempeño no es tan destacado es en la producción de excelencia liderada (la más importante, realmente), pues ocupa el antepenúltimo lugar.

Puestos en perspectiva, el ranking de los diez países latinoamericanos con mayor producción es el que se muestra en la **Tabla 4**. Como puede verse, los cinco primeros lugares permanecen invariables (con Brasil a la cabeza y Colombia de quinto),

independientemente del tipo de producción que se considere; sólo cambian de lugar las últimas ubicaciones, aunque Venezuela permanece en el sexto lugar en todos los casos, excepto en la producción de excelencia, donde es superada por Puerto Rico.

RANKING DE PAÍSES LATINOAMERICANOS SEGÚN TIPO DE PRODUCCIÓN, 2003-2010							
PRODUCCIÓN ABSOLUTA		EXCELENCIA		LIDERADA		EXCELENCIA LIDERADA	
Country	Total	Country	Total	Country	Total	Country	Total
Brazil	268190	Brazil	18281	Brazil	231686	Brazil	12185
Mexico	94855	Mexico	6774	Mexico	73874	Mexico	3438
Argentina	62181	Argentina	5413	Argentina	47254	Argentina	2823
Chile	39578	Chile	3710	Chile	27125	Chile	1759
Colombia	20222	Colombia	1434	Colombia	13756	Colombia	474
Venezuela	14819	Puerto Rico	884	Venezuela	10844	Venezuela	325
Cuba	12388	Venezuela	846	Cuba	9273	Puerto Rico	283
Puerto Rico	7898	Peru	647	Puerto Rico	4757	Uruguay	250
Peru	5342	Cuba	594	Uruguay	3178	Cuba	241
Uruguay	5195	Uruguay	562	Peru	2289	Peru	130

Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus®. Elaboración propia

Tabla 4. Ranking de los países latinoamericanos según tipo de producción, 2003-2010

Específicamente referidos a Colombia, en la **Figura 28** se observa la evolución de la inversión en I+D y de la producción científica colombiana en *Scopus*, con sus respectivas tasas de variación anual durante el período. La tendencia es positiva y permanente en ambos casos, pero salta a la vista que el mayor incremento en la inversión ocurrió entre 2006 y 2007, mientras que en la producción *Scopus* ocurre en 2008, posiblemente reflejo de la anterior, pero en general, la correlación entre estas variables es del orden del $R^2=0,36$. Esto puede explicarse conforme lo hacen Jaramillo Salazar, Botiva, & Zambrano (2005) cuando dicen que mientras los indicadores de insumo sirven para mostrar la dinámica del comportamiento global del financiamiento del sistema de ciencia y tecnología, las publicaciones se utilizan como indicador de la relación de la consolidación del sistema, sus políticas e instrumentos, y el efecto sobre el ambiente de progreso continuo. Sin embargo, advierten que el ciclo del financiamiento difiere de la dinámica de las publicaciones científicas. *Una disminución del financiamiento sólo tiene un efecto negativo sobre las publicaciones si se da por un periodo considerable de tiempo. Es decir, el efecto de arrastre del ciclo inicial de aumento en el financiamiento de la ciencia y la tecnología, obviamente acompañado por instrumentos y políticas, desata una dinámica de producción científica que se mantiene por un gran período y “aguenta” ciclos de desfinanciamiento siempre y cuando estos no sean demasiado largos.* (Jaramillo Salazar, Botiva, & Zambrano, 2005, pág. 5)

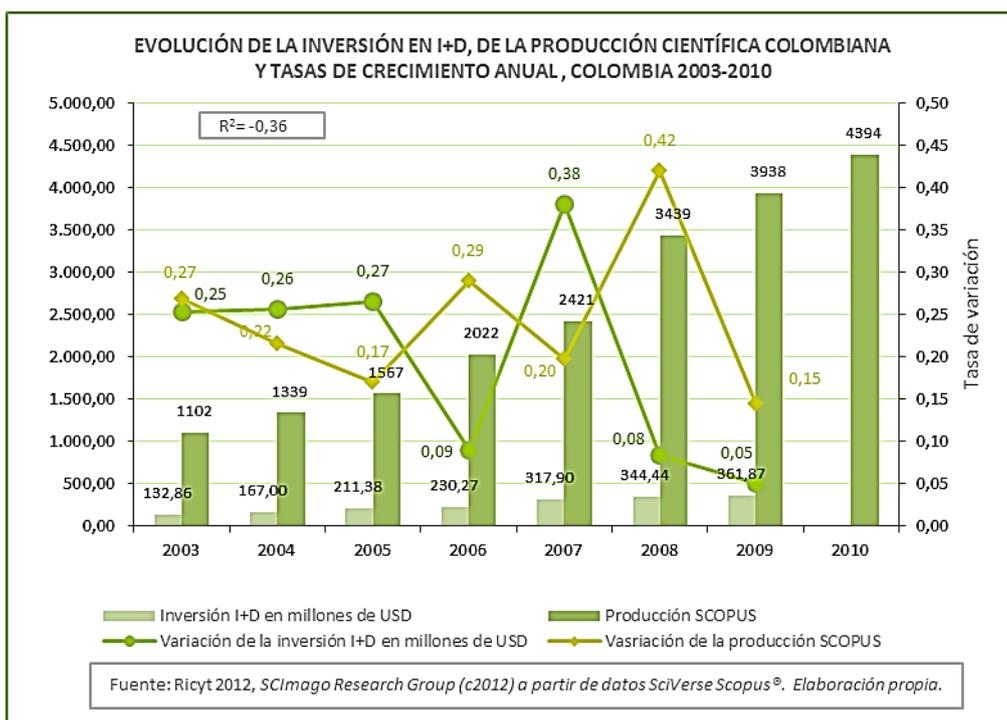


Figura 28. Evolución de la inversión en I+D y de la producción científica colombiana con sus respectivas tasas de crecimiento anual, 2003-2010

4.2.2. Dimensión cualitativa

La dimensión cualitativa empieza por explorarse a partir de la **Figura 29** donde se pone en contraste con la dimensión cuantitativa. Así, el número de documentos de la producción total y de la liderada, se mira a la luz de los datos cualitativos revelados por la producción de excelencia y de excelencia liderada.

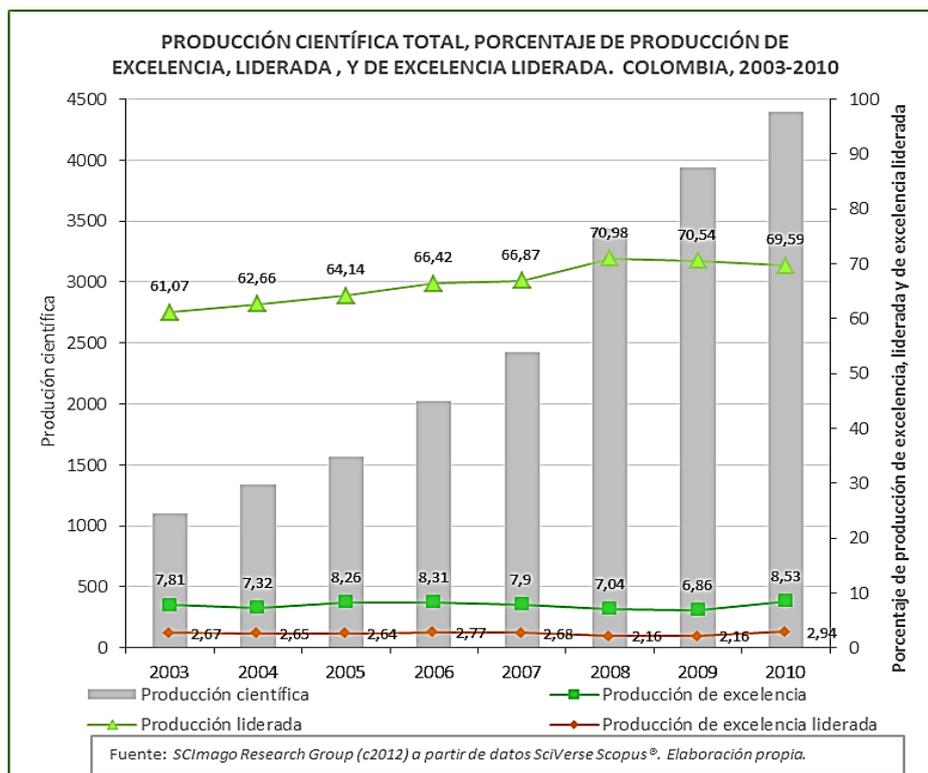


Figura 29. Producción científica total, porcentaje de producción de excelencia, liderada y de excelencia liderada. Colombia, 2003-2010

Recordando que la producción de excelencia está conformada por aquellos documentos que se encuentran entre el 10% de los más citados en sus respectivos campos de la ciencia a nivel mundial y durante el mismo período (Bornmann, Moya Anegón, & Leydesdorff, 2012), puede verse cómo en el caso colombiano la cifra más alta la obtiene en 2010 con el 8,53%. El comportamiento, en general, es irregular durante el período de estudio: justo empieza representando un 7,81% del total de la producción, y tiene la cifra más baja en 2009 con un 6,86%, para inmediatamente pasar a representar el 8,53% en 2010.

Por su parte, a pesar de la tendencia positiva de la producción liderada, que se mueve entre el 60% y el 70% del total durante el período y que constituye un buen porcentaje, cuando se combina con la de excelencia apenas se acerca al 3% de la producción científica colombiana. Si se tiene en cuenta que *la producción de excelencia liderada es aquella que da cuenta del verdadero potencial del país para generar conocimiento científico del más alto nivel*, al conjugar la producción de excelencia con aquella en la que es reconocido como autor principal, su representación es bastante precaria.

Otro ángulo desde el cual observar la calidad es el que brinda la **Figura 30** donde se aprecian las **citas por documento** que han recibido las regiones geográficas y Colombia, respecto a las que recibe el mundo, en dos momentos: 2003 y 2010. Puede verse cómo el país se ubica dentro del promedio mundial al iniciarse el período, superando a varias regiones con su 1,02 citas por documento; sin embargo, es un logro que no alcanza a superar ni a sostener, pues en 2010 la cifra baja sensiblemente, poniéndose entre los últimos lugares, con un 0,65. Latinoamérica, entretanto consigue estar por encima del promedio mundial en 2003, aproximándose a Norteamérica con un 1,20 y 1,29 respectivamente, pero luego, en 2010, ambas regiones apenas logran mantenerse en el umbral. Los valores más altos los reporta Europa Occidental.

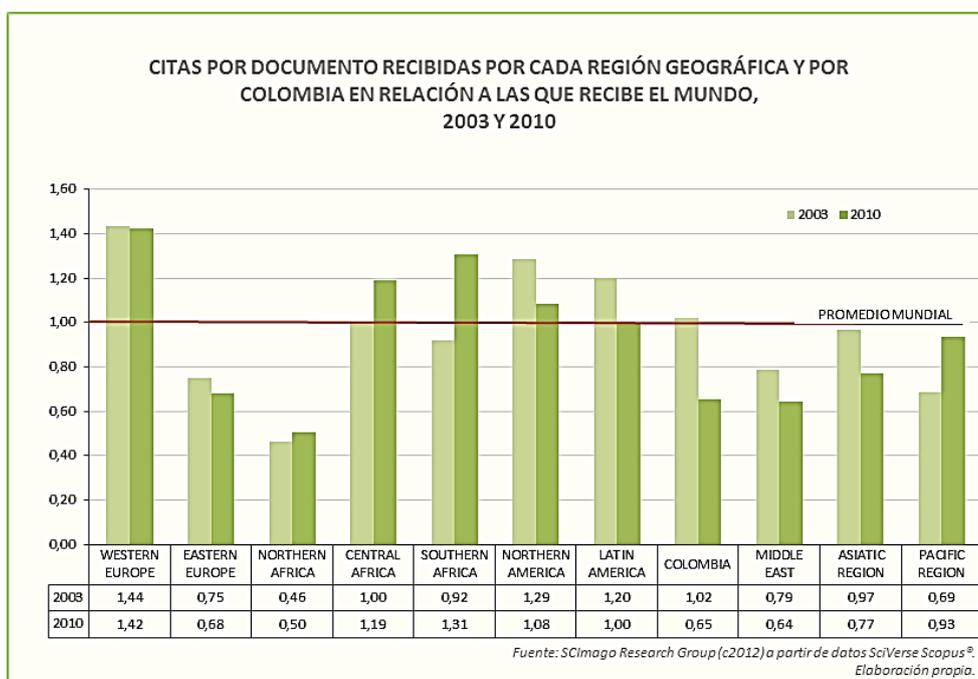


Figura 30. Citas por documento recibidas por cada región geográfica y por Colombia en relación con las que recibe el mundo, 2003-2010

Una mirada al mismo indicador para los ocho años del estudio, es la que ofrece la **Figura 31**; ella revela que Colombia logra un promedio de 4,46, que es poco comparado con el obtenido por el resto de países; de hecho, ocupa el penúltimo lugar de todos ellos. Estados Unidos y España, que están aquí como referentes internacionales, obviamente muestran las mayores cifras, siendo las más próximas a ellas las de Chile y Argentina. Curiosamente, Brasil y México, que son los mayores

productores de la región, obtienen cifras menores que la colombiana en cuanto a la participación en citas externas y autocitas. Respecto a ellos, resulta satisfactorio el resultado colombiano; sin embargo, por otra parte, es superado por Venezuela que tiene una producción inferior.

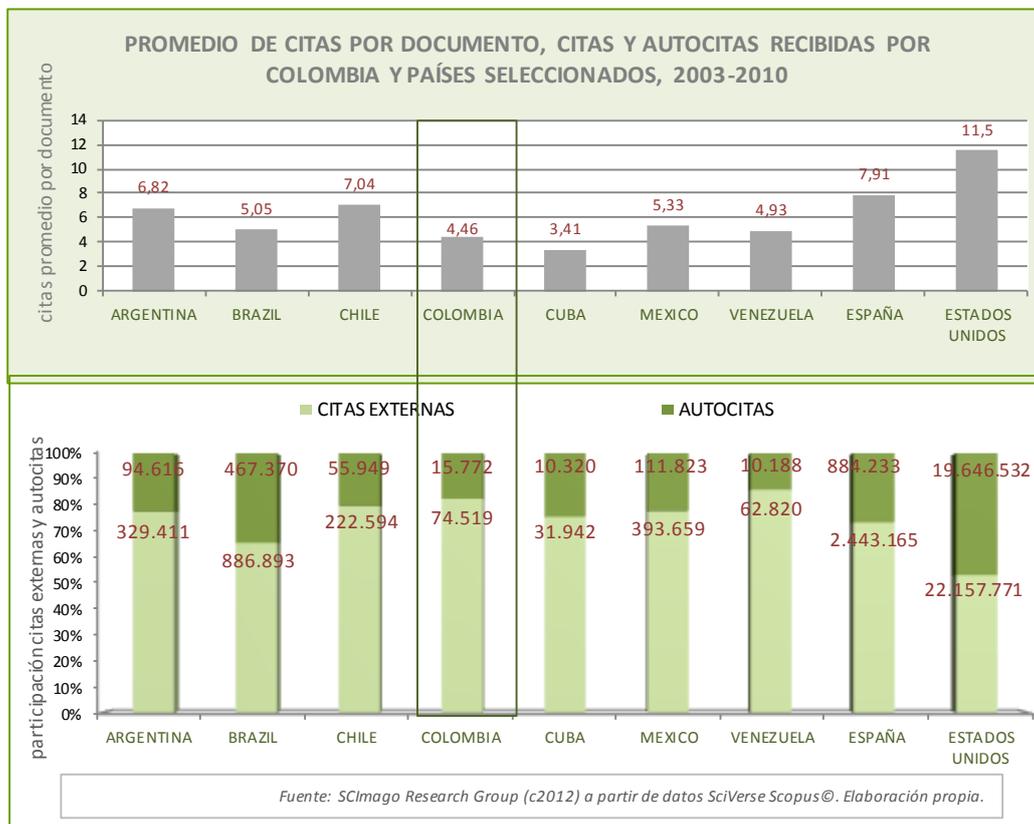


Figura 31. Promedio de citas por documento, citas y autocitas recibidas por Colombia y países seleccionados, 2003-2010

En cuanto a la relación entre citas externas recibidas y las autocitas, Colombia presenta una buena proporción, con un nivel de autocitación medido (17,46%) y un porcentaje de citas externas superior al 80%, lo que indica un buen reconocimiento de la producción colombiana en el ámbito internacional. Situación similar se observa en la mayoría de los países latinoamericanos, entre los cuales se destaca Venezuela por tener el menor nivel de autocitación. Casos especiales son Estados Unidos y Brasil, cuyas tasas de autocitación son altas, pero comprensibles en tanto lideran la ciencia del mundo y de su propia región, respectivamente, y también al estar determinados por el factor lingüístico.

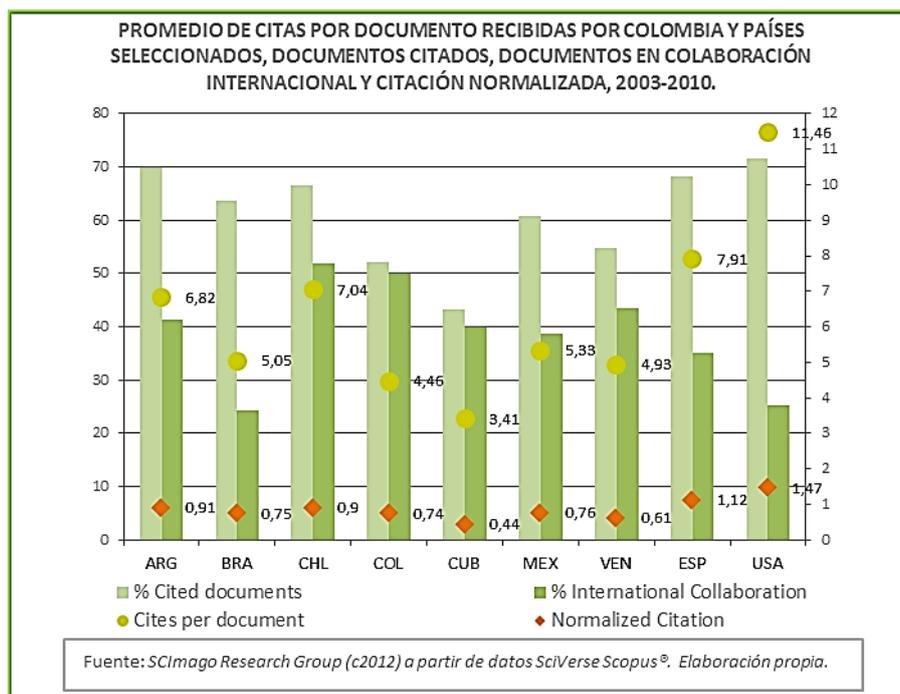


Figura 32. Promedio de citas por documento recibidas por Colombia y países seleccionados, documentos citados, documentos en colaboración internacional y citación normalizada, 2003-2010

En la misma línea, la **Figura 32** muestra que entre 2003 y 2010 el **porcentaje de documentos citados** que registra Colombia y los países seleccionados, en promedio, oscila entre el 42,73% de Cuba y el 71,58% de Estados Unidos; Colombia está de penúltimo con un 52%. Sobresale el 69% de Argentina, tan próximo a la situación norteamericana y superando a España, Brasil, Chile y México, que tienen las cifras más altas. Pese a que el volumen de la producción venezolana es inferior a la de Colombia, Venezuela lo supera en este indicador, aunque levemente. Respecto al conjunto, son notorias las diferencias que arroja este indicador, pues la mayoría de países están sobre el 60%, mientras que Colombia está más cercana al 50%.

Para poner este dato en perspectiva, se observa que el porcentaje de **documentos en colaboración internacional** no se corresponde necesariamente con el porcentaje de **documentos citados**. Esto se constata en los casos de Estados Unidos, España, Brasil y Argentina, por ejemplo. Para Colombia, ambos indicadores están más cercanos. Sin embargo, esta relación no le permite obtener los mejores resultados en citas por documento (4,46) ni en impacto normalizado (0,74), donde sí se destacan los casos de Chile y Argentina en el contexto latinoamericano. Son curiosos los resultados de estos indicadores para Brasil, puesto que a pesar de representar la

mitad de la producción latinoamericana, sus cifras en este sentido son más similares a las mexicanas. Respecto a estos dos países, la citación normalizada que obtiene Colombia es significativa, dado que están en el mismo orden, mientras hay mayores diferencias en el resto de los indicadores.

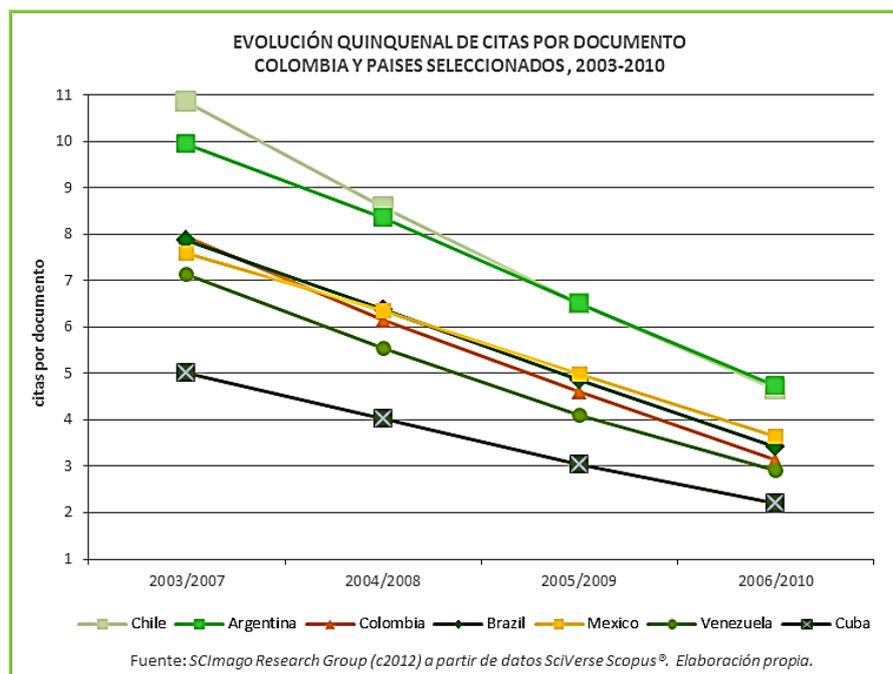


Figura 33. Evolución quinquenal de citas por documento. Colombia y países seleccionados, 2003-2010

Visto el indicador **citas por documento** individualmente y por quinquenios, como lo permite la **Figura 33**, puede decirse que la tendencia es similar para todos los países, siendo especial en los casos de Brasil, México y Colombia, que están más próximos y en una franja intermedia. Chile y Argentina sobresalen como los del mejor resultado en citas por documento y también coinciden en la tendencia. Es propio del indicador, que vaya en descenso.

4.2.3. Tipología documental

La producción científica colombiana se ha publicado prácticamente en todos los tipos de documentos, según muestra la **Tabla 5**. Solo no se reporta producción del tipo *Abstract Report*. A simple vista puede observarse que la mayor cantidad de trabajos se publica obviamente en los tipos *Articles*, *Conference Papers*, y *Reviews*, que conforman la producción primaria; estas tipologías, tienen una evolución positiva

durante el período, que prácticamente se triplica, llegando a representar en el 2010 el 76,97%, 14,68% y 5,07%, respectivamente. Luego de ellos, están los documentos tipo *Letter* y *Editorial*, y más recientemente el *Article in Press*, también con tendencia positiva. Ya en menor medida, se publica en *Notes*, *Short Surveys* y *Erratums*.

DOCUMENT TYPE	2004	2006	2008	2010	2004	2006	2008	2010	2004	2006	2008	2010	2004	2006	2008	2010
Article	903	1509	2603	3349	67	134	189	291	534	975	1823	2297	24	48	62	101
Conference Paper	251	296	483	639	12	5	3	13	182	207	360	471	4			5
Review	140	166	224	221	14	19	27	23	94	123	160	149	6	5	6	7
Editorial	2	11	27	55				1	1	8	21	48				
Erratum	7	2	2	11					5	2	1	4				
Letter	25	34	41	52	1		2		16	26	29	42				
Note	9	1	14	16			1		6	1	12	15				
Short Survey	2	3	10	8		1			1	1	7	8				
Article in Press			35	42							28	23				
Abstract Report																
	ALL				EXCELLENCE				LEADERSHIP				EXC WITH LEADERSHIP			

Tabla 5. Evolución de los tipos de documentos en los que se publica la producción científica total, de excelencia, liderada y de excelencia liderada. Colombia, 2004, 2006, 2008 y 2010
Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus. Elaboración propia

Los tipos *Article*, *Conference Paper* y *Review* son los característicos de la producción de excelencia y de excelencia liderada, siendo el *Article* el principal y el más numeroso en todos los casos, como era de esperarse; prácticamente se cuadruplica en ambos casos. En excelencia liderada, el *Article* representa ya en el 2010, el 89,39% de la producción primaria.

4.2.4. Lengua de publicación

El inglés es la lengua predominante en la comunicación científica y es un hecho que también se comprueba en el caso colombiano, con un 69,87% de la producción total, como lo muestra la **Tabla 6**. Obviamente es el idioma que tiene los mayores valores en los indicadores básicos de número de documentos, citas y citas por documento, en todos los casos. Luego, con un 31,17% está el español, el idioma oficial del país y el de un buen número de revistas hispanoamericanas ya indexadas por *SciVerse Scopus*®. Sin embargo, el número de citas y de citas por documento distan mucho de

los alcanzados por las publicaciones en inglés. Aun así, es especial el hecho que se registra en la producción de excelencia en español, pues a pesar de contar con una baja producción, de apenas 122 documentos respecto a los 1.415 que se tienen en inglés, el número de citas por documento llega a ser la mitad de la obtenida por las publicadas en inglés. También es especial lo que ocurre con la producción de excelencia y liderada, porque solo 15 documentos en español lograron 14,87 citas por documento cuando los 462 publicados en inglés obtuvieron 20,56. En cualquier caso, sólo las publicaciones en inglés y en español logran estar en el grupo de la producción de excelencia y la de excelencia y liderada.

PRODUCCIÓN TOTAL				PRODUCCIÓN DE EXCELENCIA				PRODUCCIÓN LIDERADA				PRODUCCIÓN DE EXCELENCIA Y LIDERADA			
LENGUA	Ndoc	Citas	CpD	LENGUA A	Ndoc	Citas	CpD	LENGUA	Ndoc	Citas	CpD	LENGUA A	Ndoc	Citas	CpD
English	1413	8585	6.08	English	1415	4480	31.67	English	8309	2877	3.46	English	462	949	20.56
Spanish	6304	4530	0.72	Spanish	122	364	16.55	Spanish	5701	3860	0.68	Spanish	15	223	14.87
Portuguese	213	166	0.78					Portuguese	154	106	0.69				
French	73	12	0.16					French	59	12	0.20				
German	21	12	0.57					German	11	4	0.36				
Catalan; Valencian	5	5	1					Catalan; Valencian	5	5	1				
Chinese	3	3	1					Polish	2	0	0				
Italian	2	0	0					Italian	1	0	0				
Turkish	2	3	1.5												
Polish	2	0	0												
Russian	1	0	0												

Tabla 6. Distribución del número de documentos, citas y citas por documento, según lengua de publicación en la producción total, de excelencia, liderada y, de excelencia y liderada. Colombia, 2003-2010. Fuente: SCLImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus. Elaboración propia

Ahora, tanto la producción total como la liderada, demuestran que Colombia publica en varias lenguas, con el portugués, el francés y el alemán en el tercer, cuarto y quinto lugar, respectivamente, aunque con poco impacto. El catalán; valenciano está en el sexto lugar, con datos coincidentes en ambos grupos de producción, lo que significa que todos los documentos producidos en esta lengua han sido liderados por Colombia. Las demás lenguas presentan bajas cifras en todos los indicadores.

4.2.5. Fuentes de publicación

Según datos de SCImago Research Group (c2012), entre 2003 y 2010, la producción científica colombiana se publicó en 3.891 revistas de las más de 30.000 indexadas por *SciVerse Scopus*®. Entre ellas, solo 44 son editadas en el país⁶⁷ y, en su mayoría, fueron incluidas después del año 2007.

El número de trabajos publicados en estas revistas colombianas son los que registra la **Tabla 7**. Puede verse que 17 títulos concentran la producción, dado que superan los 100 trabajos cada uno. De las listadas, *Biomédica* tiene la mayor cifra con 488 documentos, mientras que *Journal of Science Education* solo registra 1. Con esto se evidencia que el fenómeno de la endogamia representa la cuarta parte de la producción en el caso colombiano, pues se trata de 4.390 documentos publicados en canales comunicación científica nacional sobre los 20.222 que comprende el estudio, equivalentes al 21,70%. Y de las 44 fuentes colombianas disponibles en Scopus (el 0,98% del total de su cobertura), solo unas pocas agrupan la mayor producción.

⁶⁷ El Anexo 8.9 corresponde al listado de las revistas colombianas indexadas en *SciVerse Scopus*, según reporte de Elsevier en Abril de 2012. En esta fecha se registran 48 títulos.

SOURCE	OUTPUT	QUARTIL	SOURCE	OUTPUT	QUARTIL
BIOMEDICA: REVISTA DEL INSTITUTO NACIONAL DE SALUD	488	Q4	CALDASIA	74	Q4
REVISTA DE SALUD PUBLICA	309	Q4	CT Y F - CIENCIA, TECNOLOGIA Y FUTURO	70	Q3
COLOMBIA MEDICA	296	Q3	REVISTA COLOMBIANA DE QUIMICA	69	Q4
IATREIA	284	Q4	REVISTA LATINOAMERICANA DE PSICOLOGIA	65	Q3
LIVESTOCK RESEARCH FOR RURAL DEVELOPMENT	207	Q4	CUADERNOS DE ADMINISTRACION	63	Q4
REVISTA FACULTAD DE INGENIERIA	204	Q3	VITAE	62	Q4
DYNA	196	Q3	CUADERNOS DE ECONOMIA	51	Q4
REVISTA COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA	173	Q3	ANALISIS POLITICO	49	Q4
REVISTA COLOMBIANA DE GASTROENTEROLOGIA	154	Q4	INGENIERIA Y UNIVERSIDAD	40	Q4
SALUD UNINORTE	147	Q4	UNIVERSITAS SCIENTIARUM	39	Q4
REVISTA COLOMBIANA DE OBSTETRICIA Y GINECOLOGIA	116	Q3	ACTA COLOMBIANA DE PSICOLOGIA	37	Q4
UNIVERSITAS PSYCHOLOGICA	113	Q4	AVANCES EN PSICOLOGIA LATINOAMERICANA	35	Q4
REVISTA COLOMBIANA DE ANESTESIOLOGIA	107	Q4	INNOVAR: REVISTA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y SOCIALES	35	Q4
HISTORIA CRITICA	102	Q4	REVISTA DE ECONOMIA INSTITUCIONAL	31	Q4
REVISTA MVZ CORDOBA	102	Q4	EARTH SCIENCES RESEARCH JOURNAL	23	Q4
REVISTA COLOMBIANA DE CARDIOLOGIA	101	Q4	REVISTA DE ECONOMIA DEL ROSARIO	23	Q4
REVISTA FACULTAD DE MEDICINA	101	Q4	ORNITOLOGIA COLOMBIANA	20	Q4
ACTA BIOLOGICA COLOMBIANA	97	Q4	BITACORA URBANO TERRITORIAL	19	Q4
REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS PECUARIAS	97	Q4	CUADERNOS DE DESARROLLO RURAL	15	Q4
REVISTA CIENCIAS DE LA SALUD	86	Q4	SALUDARTE	13	Q4
REVISTA COLOMBIANA DE ESTADISTICA	76	Q4	JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION	1	Q4

Fuente: SCImago Research Group (c2012) y SCImago Journal & Country Rank, a partir de datos SciVerse Scopus®. Elaboración propia

Tabla 7. Producción científica publicada en revistas colombianas indexadas en SciVerse Scopus®, 2003-2010

Por lo demás, en su gran mayoría son revistas del cuarto cuartil, y algunas del tercero, como también se observa en la misma tabla. Una razón para esto puede ser lo identificado por Arencibia y De-Moya-Anegón (2010), cuando señalan que al tratarse de revistas en lengua hispana y de reciente incorporación a Scopus, su citación es baja y, por ende, también lo son su ASSJR y su respectiva posición en la distribución entre cuartiles. Ellos explican que las revistas indexadas por Scopus, dentro de su proceso de ampliación de cobertura, ingresan automáticamente a los últimos cuartiles de posicionamiento de acuerdo con el valor del SJR en las diferentes categorías temáticas. Luego, su evolución debe darse con el transcurso del tiempo, cuando empiezan a ser visibles los artículos publicados en ellas. Hasta que esto no ocurra, todo análisis sobre la calidad de los investigadores en cualquier área tendrá que ser cauteloso; por ello recomiendan que el fenómeno sea observado durante los próximos años.

Teniendo presente todo lo anterior, es posible decir que el incremento en el número de revistas en los cuartiles tercero y cuarto, se debe a la estrategia de ampliación

de cobertura de Scopus, que incluyó varios títulos colombianos y muchos otros de la región, donde también se publica la producción científica del país. Justamente el fuerte incremento se presenta a partir de 2007 como se muestra en la **Figura 34**, que enseña la distribución por cuartiles de la producción total del país. Aun así, el primer cuartil reúne la mayor producción, con 6.302 documentos (el 31,16% del total) y el cuarto cuartil la menor, con 4.218 (20%), como es lo conveniente. Donde no se presenta un buen equilibrio es entre los cuartiles dos y tres, pues el tercer cuartil supera al segundo con 474 trabajos, cuando la tendencia debería estar en sentido contrario.



Figura 34. Distribución por cuartiles y Visibilidad de las revistas con producción científica absoluta. Colombia, SciVerse Scopus®, 2003-2010

Precisamente, una lectura horizontal de los datos, muestra cómo hasta 2005 los documentos se distribuyen entre cuartiles, con cantidades que van de menor a mayor

entre el cuarto y el primer cuartil. Este sería el comportamiento más conveniente y se esperaría que con el asentamiento dado por la permanencia y crecimiento regular de los títulos donde se publica la producción colombiana, los datos que se presentan desde 2006 se regularicen. Lo mismo, respecto a la lectura vertical, donde se ve un crecimiento continuo en el número de trabajos por cuartiles, excepto en algunos pocos casos: el cuartil 3 disminuye de 2009 a 2010 y los cuartiles 1 y 2 entre 2008 y 2009, pero luego vuelven a retomar la tendencia que traían.

La visibilidad que alcanzan estas fuentes respecto al mundo y a la región también puede verse en la **Figura 34**. Obviamente, las revistas de primer cuartil tienen la mayor visibilidad en ambos casos, con un crecimiento positivo que se interrumpe en el año 2008 y vuelve a retomarse a partir de 2009. Los demás cuartiles no superan la media mundial ni regional, excepto las revistas Q2 que van ganando visibilidad hasta aproximarse a la media mundial en 2010 con 0,87 y superan la media regional con un 1,17. Los cuartiles tercero y cuarto se mantienen en rangos muy bajos, que oscilan entre 0,25 y 0,38 y 0,12 y 0,45, respectivamente (Ver **Anexo 8.10**).

Estos datos corresponden a las 3.891 fuentes de las más de 30.000 indexadas por *SciVerse Scopus®*, en las que se publicó la producción científica colombiana entre 2003 y 2010. Las cincuenta que recogen el mayor número de trabajos se muestran en la **Tabla 8**.

	Source	Country	Output
1	Biomedica : revista del Instituto Nacional de Salud	 COL	482
2	Revista de Salud Publica	 COL	292
3	Colombia Medica	 COL	283
4	Iatreia	 COL	266
5	Revista Facultad de Ingenieria	 COL	199
6	DYNA	 COL	186
7	Revista Colombiana de Entomologia	 COL	157
8	Revista Colombiana de Gastroenterologia	 COL	150
9	Salud Uninorte	 COL	138
10	Lecture Notes in Computer Science	 DEU	127
11	Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering	 USA	115
12	Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecologia	 COL	113
13	Livestock Research for Rural Development	 COL	110
14	Universitas Psychologica	 COL	109
15	Microelectronics Journal	 NLD	102
16	Revista Colombiana de Anestesiologia	 COL	99
17	Revista de la Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia	 COL	97
18	Revista MVZ Cordoba	 COL	97
19	Revista Colombiana de Cardiologia	 COL	96
20	Revista de Neurologia	 ESP	95
21	Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias	 COL	94
22	Acta Biologica Colombiana	 COL	93
23	Historia Critica	 COL	92
24	AIP Conference Proceedings	 USA	85
25	Revista Ciencias de la Salud	 COL	80
26	Revista de Biologia Tropical	 CRI	73
27	Revista Colombiana de Estadistica	 COL	72
28	Caldasia	 COL	69
29	CT y F - Ciencia, Tecnologia y Futuro	 COL	68
30	Physica B: Condensed Matter	 NLD	65
31	Revista Colombiana de Quimica	 COL	64
32	Ingenieria Quimica	 ESP	63
33	Revista de Estudios Sociales	 VEN	63
34	Revista Panamericana de Salud Publica/Pan American Journal of Public Health	 USA	63
35	Informacion Tecnologica	 CHL	62
36	Vitae	 COL	60
37	Revista Latinoamericana de Psicologia	 COL	56
38	Zootaxa	 NZL	54
39	Brazilian Journal of Physics	 BRA	53
40	Memorias do Instituto Oswaldo Cruz	 BRA	53
41	Cuadernos de Economia	 COL	51
42	American Journal of Tropical Medicine and Hygiene	 USA	46
43	Analisis Politico	 COL	46
44	Cuadernos de Administracion	 COL	46
45	Hyperfine Interaction	 NLD	41
46	Physica Status Solidi (C) Current Topics in Solid State Physics	 DEU	40
47	Ingenieria y Universidad	 COL	38
48	Universitas Scientiarum	 COL	38
49	Acta Colombiana de Psicologia	 COL	35
50	Biochemical and Biophysical Research Communications	 USA	35

Fuente: SCImago Research Group (c2012) y SCImago Journal & Country Rank, a partir de datos SciVerse Scopus®. Elaboración propia

Tabla 8. Principales fuentes de publicación de la producción científica colombiana, Scopus 2003-2010

Las primeras 15 son las que han publicado más de cien trabajos, y como puede verse, entre ellas hay doce colombianas; con lo cual, desde este punto de vista, puede hablarse de endogamia. Llama la atención que siete de ellas corresponden al área de la salud.

Ahora, según los **países editores** que presenta la **Tabla 9**, Estados Unidos de América es el principal destino de publicación, superando un poco más de dos veces el número de títulos de Gran Bretaña, que es el segundo; luego están Holanda, Alemania y España. En total, un país norteamericano y cuatro europeos, antes de hallar a un país latinoamericano como editor, el Brasil, que ocupa el sexto lugar, seguido por Francia, Canadá y Suiza. Luego de ellos, está el grupo de países latinoamericanos más cercano a este estudio. Sin embargo, el mayor número de citas por documento obtenido de este grupo, lo reporta Brasil con 2,64 y luego México con 1,76, cifras muy distantes de los cuatro primeros países que le significan a Colombia hasta un promedio de 8 citas por documento durante el período. Se destaca, empero, que es en Austria donde se alcanza el mayor número de citas por documento (11,33), correspondientes a los doce trabajos publicados en cuatro fuentes austríacas.

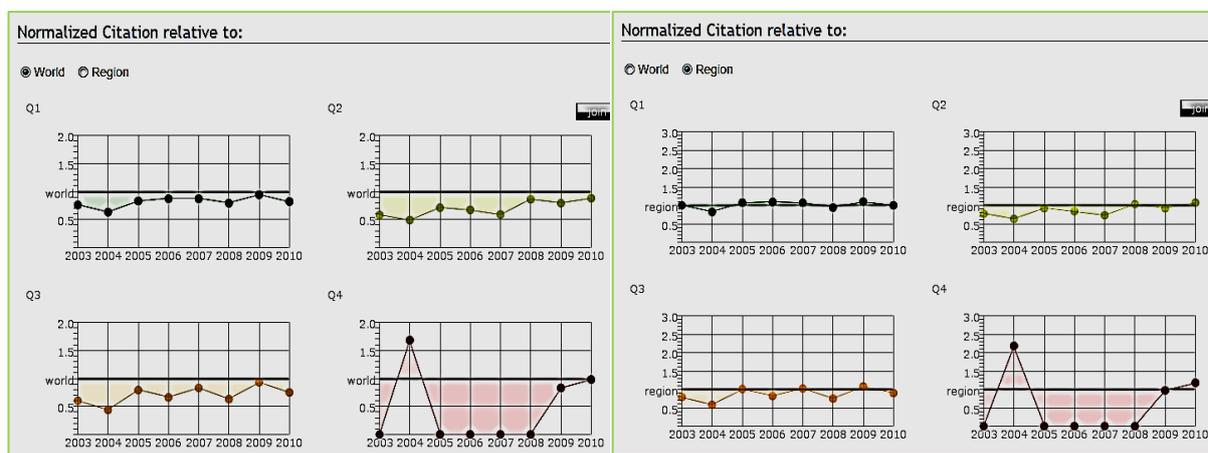
Country	Source	NDoc	Cites	CpD	Country	Source	NDoc	Cites	CpD	Country	Source	NDoc	Cites	CpD
USA	1699	5647	36021	6,38	PRT	18	31	9	0,29	PAK	3	4	3	0,75
GBR	787	2182	17473	8,01	AUS	16	44	256	5,82	MYS	3	3	0	0
NLD	748	3025	22627	7,48	GRC	16	37	60	1,62	IRL	3	10	28	2,8
DEU	250	896	3994	4,46	CUB	13	75	6	0,08	TWN	2	2	5	2,5
ESP	160	971	1465	1,51	RUS	10	11	14	1,27	PER	2	5	2	0,4
BRA	102	590	1557	2,64	NZL	9	96	240	2,5	PRI	2	16	49	3,06
FRA	63	154	513	3,33	TUR	8	9	14	1,56	SVK	2	3	2	0,67
CAN	60	107	459	4,29	ISR	8	15	44	2,93	SRB	2	3	27	9
CHE	59	115	553	4,81	DNK	7	9	18	2	SAU	2	3	1	0,33
CHL	56	612	361	0,59	ROU	7	12	47	3,92	SYR	1	1	0	0
MEX	50	713	1256	1,76	SWE	6	19	29	1,53	ARE	1	1	3	3
COL	44	3724	1600	0,43	HRV	6	7	40	5,71	IRN	1	1	0	0
VEN	35	345	86	0,25	HUN	5	24	108	4,5	AZE	1	1	0	0
ARG	29	114	94	0,82	CZE	5	15	51	3,4	MCO	1	1	0	0
ITA	28	59	201	3,41	KOR	5	5	14	2,8	ECU	1	7	0	0
JPN	24	42	121	2,88	BGR	5	7	3	0,43	KEN	1	9	32	3,56
CHN	23	30	67	2,23	BEL	5	44	26	0,59	CRI	1	87	117	1,34
IND	21	42	43	1,02	ZAF	5	6	1	0,17	PHL	1	1	1	1
SGP	21	61	221	3,62	AUT	4	12	136	11,3	BOL	1	13	21	1,62
POL	19	42	88	2,1	FIN	4	5	7	1,4	UKR	1	3	0	0

Tabla 9. Países editores de las revistas donde se publica la producción científica colombiana, 2003-2010
Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus®. Elaboración propia.

Debe resaltarse que las 44 fuentes colombianas, solo le reportan al país 0,44 citas por documento, si bien se publican en ellas 3.724 documentos; es decir, un poco menos de los publicados en fuentes de Estados Unidos, donde se registran 5.547

trabajos que arrojan 6,38 CpD; y un poco menos que los Países Bajos, donde consigue 7,48 CpD de 3.025 documentos.

	ASSJR	Q4 [lowest values]	Q3	Q2	Q1 (highest values)
2003	1.13		5	12	24
2004	1.06	1	5	9	26
2005	1.12		2	13	33
2006	1.15		5	17	45
2007	1.1		12	21	48
2008	1.13		5	29	52
2009	1.11	4	14	30	56
2010	1.1	4	14	48	90



Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus®. Elaboración SCImago Lab

Figura 35. Distribución por cuartiles y Visibilidad de las revistas con producción científica colombiana de Excelencia Liderada. SciVerse Scopus®, 2003-2010

La Figura 35 permite apreciar características de la producción colombiana de excelencia liderada respecto al mundo y a la región, según la visibilidad de las revistas donde se publica. Obviamente la mayor presencia está en revistas Q1, con un incremento importante en el último año. Igual sucede con títulos Q2. Sin embargo, el impacto normalizado de estos cuartiles no alcanza los promedios mundiales y apenas bordean los del ámbito latinoamericano. Curiosamente, revistas Q4 obtienen un impacto normalizado relativo al mundo importante en el 2004 (1,68), que a su vez representa el 2,18 relativo a Latinoamérica, el más alto de todo el conjunto.

Son 366 los títulos de las revistas que contribuyen a la Excelencia Liderada de la producción científica colombiana (Anexo 8.12); de ellos, el 75,49% sólo reporta un documento de este tipo. A continuación, la **Tabla 10** muestra las fuentes que han publicado, por lo menos cinco trabajos de este tipo:

	Source	Country	Output
1	Applied Mathematics and Computation	NLD	15
2	Theoretical And Applied Genetics	DEU	12
3	Biomedica : revista del Instituto Nacional de Salud	COL	7
4	Lecture Notes in Computer Science	DEU	7
5	Bioresource Technology	NLD	6
6	Applied Clay Science	NLD	5
7	Applied Surface Science	NLD	5
8	Fuel	NLD	5
9	Mathematical Problems in Engineering	USA	5
10	Memorias do Instituto Oswaldo Cruz	BRA	5
11	Wear	NLD	5
12	American Journal of Obstetrics and Gynecology	USA	4

Tabla 10. Fuentes de publicación de la producción científica colombiana de Excelencia Liderada. SciVerse Scopus®, 2003-2010.

Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus®. Elaboración propia.

Como se observa, la revista colombiana *Biomédica* forma parte de este importante grupo. En su mayoría, se trata de publicaciones de los Países Bajos y Alemania. Pero también figuran una de Estados Unidos y una del Brasil.

4.3. ANÁLISIS TEMÁTICO

El análisis temático es quizás el de mayor interés al momento de evaluar la investigación científica por parte de quienes la dirigen. Es el instrumento que tienen para identificar sus perfiles particulares, reconocer los puntos fuertes y débiles que tiene cada área y tomar decisiones sobre estrategias de consolidación o fomento, según sea el caso. Esta valoración cuenta con referentes internacionales, que permiten evidenciar cuáles son las tendencias del mundo en materia de ciencia y tecnología, pero también debe hacerse con referencia a las propias necesidades del país y a los objetivos propuestos en sus políticas de desarrollo.

4.3.1. Producción científica por áreas temáticas

A partir de la **Figura 36** se hace una primera aproximación a las tendencias de la investigación mundial, en cuanto las áreas temáticas *SciVerse Scopus®* se refiere, y cómo es la situación de Colombia respecto a las mismas.

De acuerdo con los diez primeros lugares, hay coincidencias en la presencia de ocho áreas temáticas, aunque varía su prioridad en cada caso; ellas son: *Medicine*, *Biochemistry*, *Engineering*, *Physics*, *Agricultural*, *Chemical*, *Materials* y *Mathematics*. En cambio, mientras el mundo prioriza *Computer* y *Earth*, en Colombia son áreas de interés *Immunology* y *Social Sciences*; si bien ellas se encuentran muy próximas en la escala de prioridades de la producción mundial. Caso particular es *Agricultural*, que ocupa el segundo lugar de importancia para Colombia, mientras para el mundo es el quinto. Esas tres diferencias especiales, dan cuenta de las características específicas del país, en tanto trabaja *Agricultural*, *Immunology*, *Social Sciences* como frentes de investigación que atienden necesidades propias.

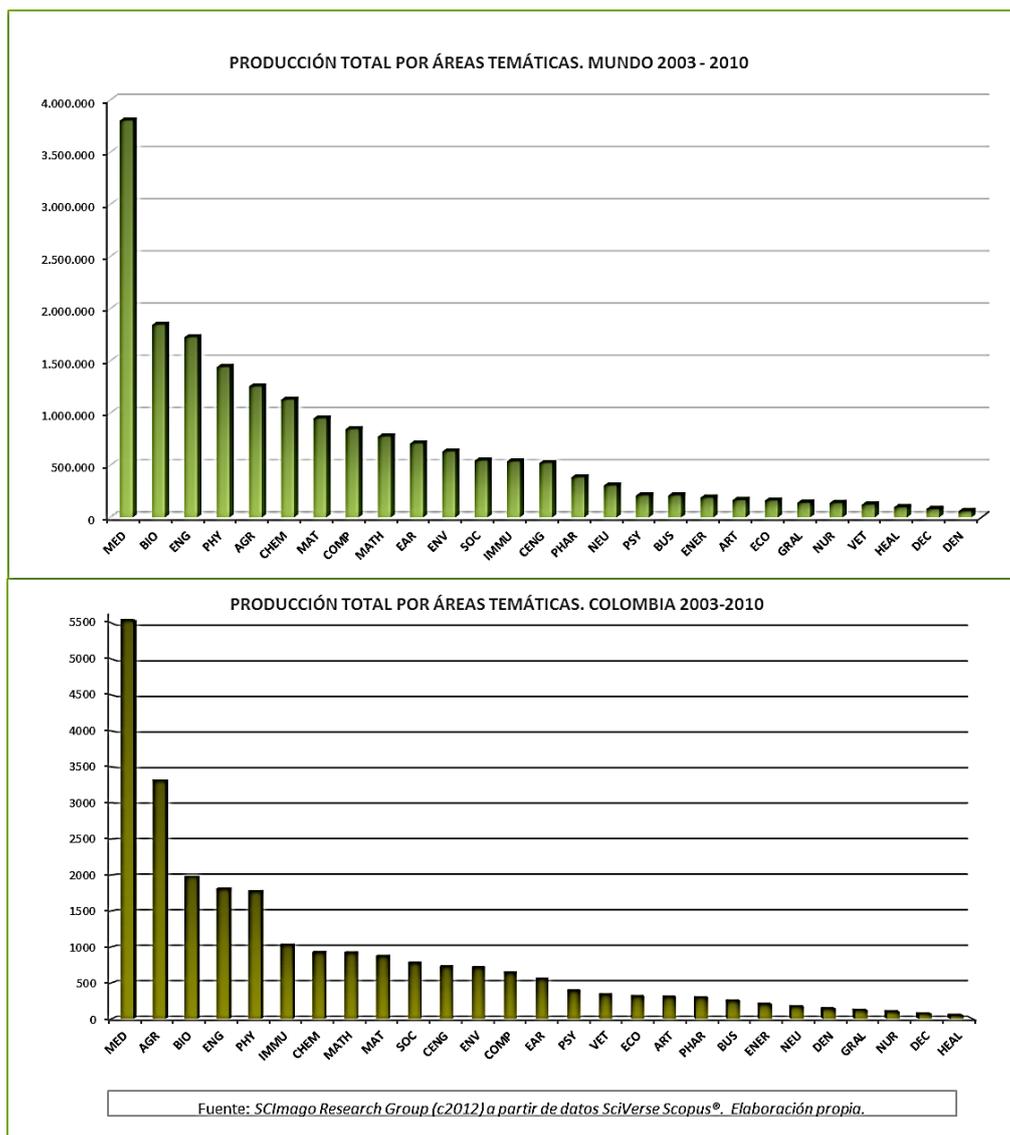


Figura 36. Producción total por áreas temáticas. Mundo y Colombia, 2003-2010

4.3.2. Dispersión temática

A partir de las categorías de *SciVerse Scopus®*, es posible apreciar cómo ha sido la dispersión temática en el transcurso del período y por cada uno de los tipos de producción. En general, Colombia ha diversificado las temáticas en las que publica, con una tendencia positiva, tal como lo muestra la *Figura 37* (Anexo 8.13). En todos los casos varía el número de categorías dependiendo del tipo de producción; al final, en 2010 la producción absoluta obedece a 252 categorías, con un incremento de 52 respecto a 2003; la producción de excelencia se amplía en 69, para un total de 237; la liderada en 65 para 168 y la de excelencia liderada en 45 para un total de 99.

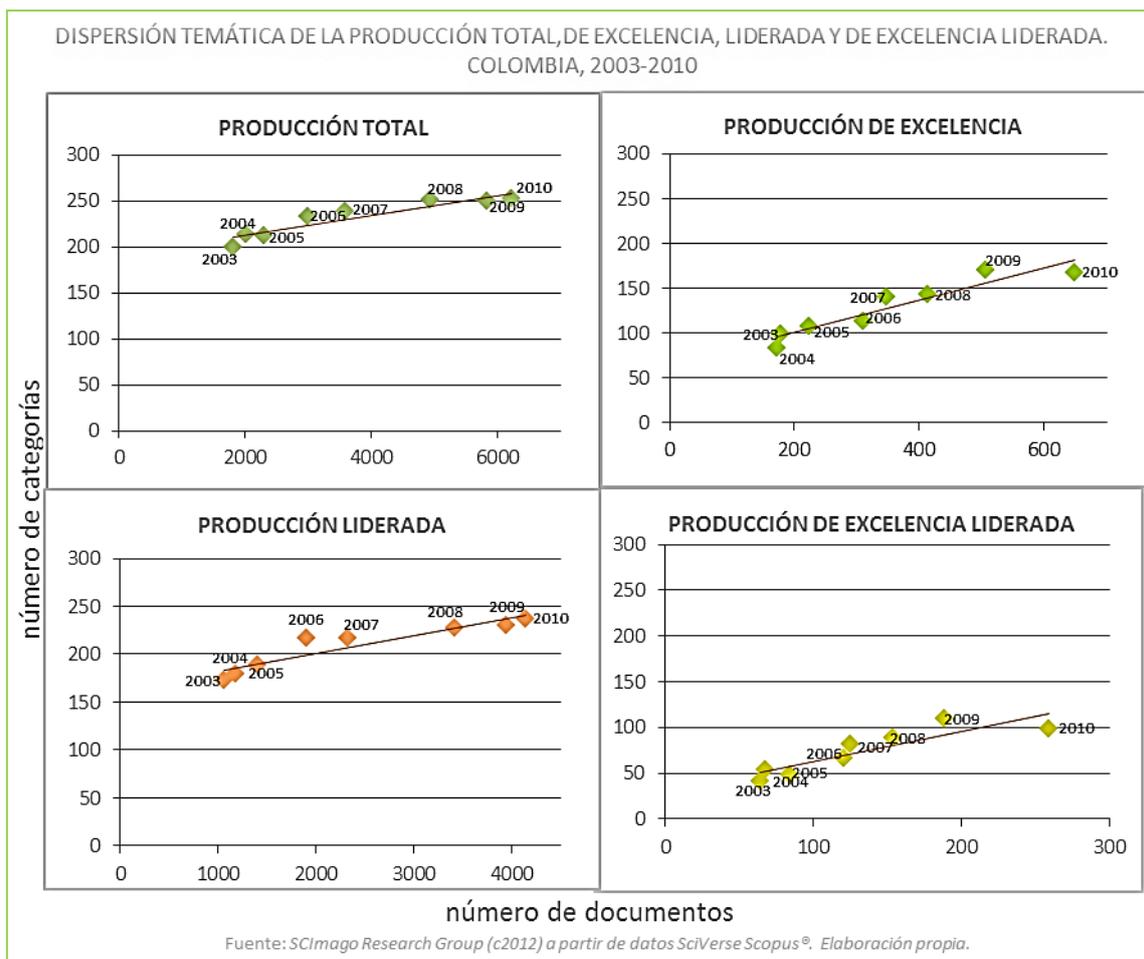


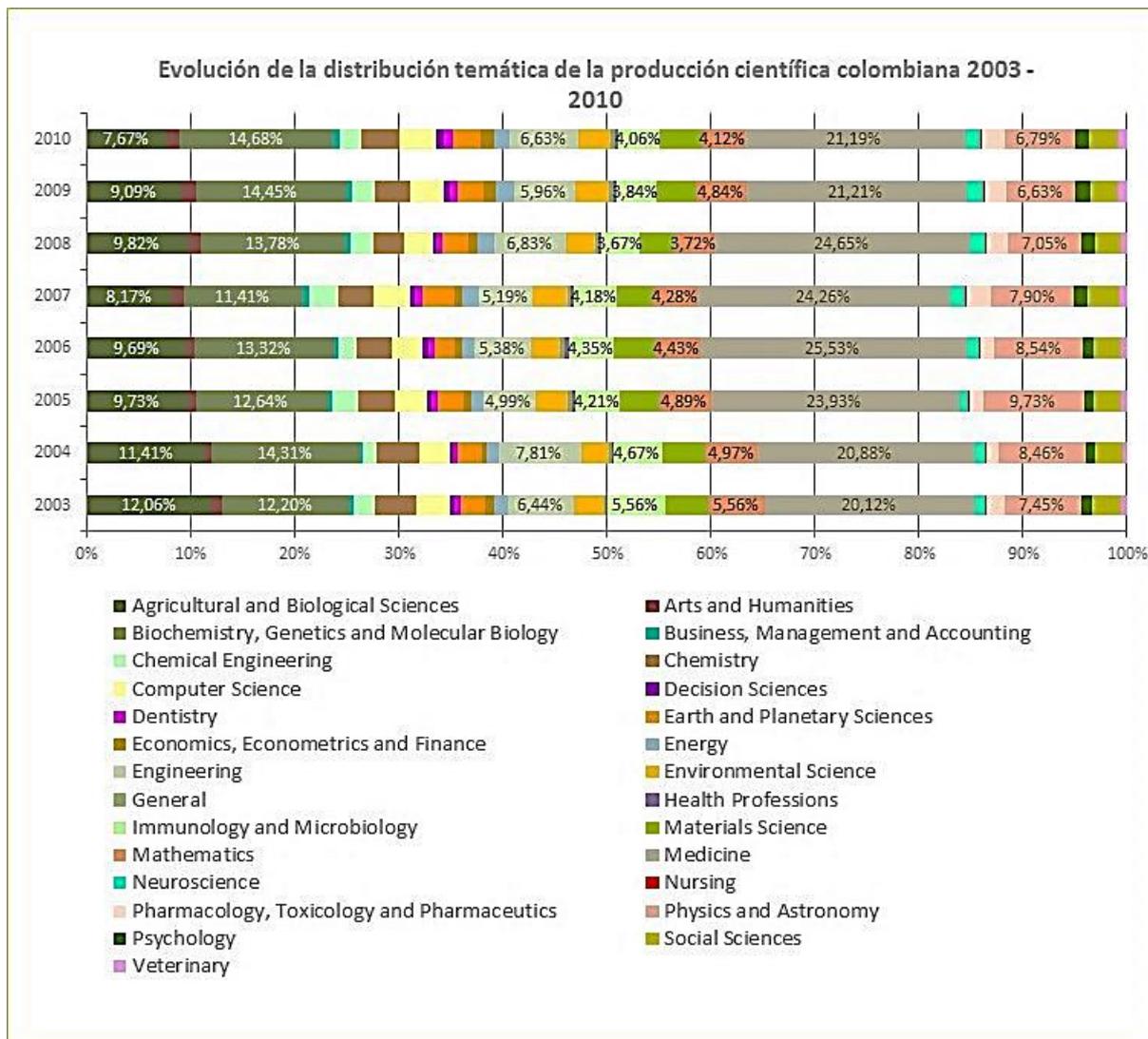
Figura 37. Dispersión temática de la producción total, de excelencia, liderada y de excelencia liderada. Colombia, 2003-2010

4.3.3. Distribución temática

Cómo se distribuye la producción científica por áreas, lo que cada una de ellas representa dentro del conjunto y cómo evolucionan durante el período 2003-2010 es lo que puede apreciarse en la **Figura 38 (Anexo 8.14)**

Medicine es la única área que representa más del 20% de la producción científica colombiana, llegando a significar la cuarta parte de la misma en 2006. Después de ella, se destaca la participación de *Biochemistry* que en 2010 representa un 14,68%, siendo la segunda en importancia después de *Medicine*, y con un incremento de 2,48% entre el principio y el final del período. Entre todas las áreas, solo ella crece en forma sensible. *Agricultural*, en cambio, baja paulatinamente su representación y

pierde un 4,39% durante el período, a pesar de lo cual es la tercera área de importancia en la producción científica colombiana.



Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus. Elaboración propia

Figura 38. Evolución de la distribución temática de la producción científica colombiana, 2003-2010

Las demás áreas se mueven entre una franja de participación pequeña y más o menos estable. Ninguna se destaca por un movimiento especial entre principio y final del período, si bien hay cambios llamativos en el transcurso; por ejemplo, *Physics*, que empieza con un 7,45% de representación, en 2005 alcanza un 9,73% y al final cuenta con un 6,79%. *Arts and Humanities* también llama la atención porque lleva un ritmo de crecimiento continuo aunque leve (pasa de un 0,95% en 2003 a 1,26% en 2010; en 2009 llegó a representar el 1,36%)

4.3.4. Perfil temático

La **Figura 39** revela los perfiles temáticos correspondientes a la producción total, en dos momentos: 2003 y 2010. Como puede verse, en el perfil temático colombiano predomina la presencia de *Medicine*, tanto al principio como al final del período. Las diferencias más notorias en su evolución están en la disminución de las áreas *Biochemistry*, *Immunology* y *Mathematics*, mientras se fortalecen *Agriculture*, *Engineering* y *Social Sciences*, principalmente.

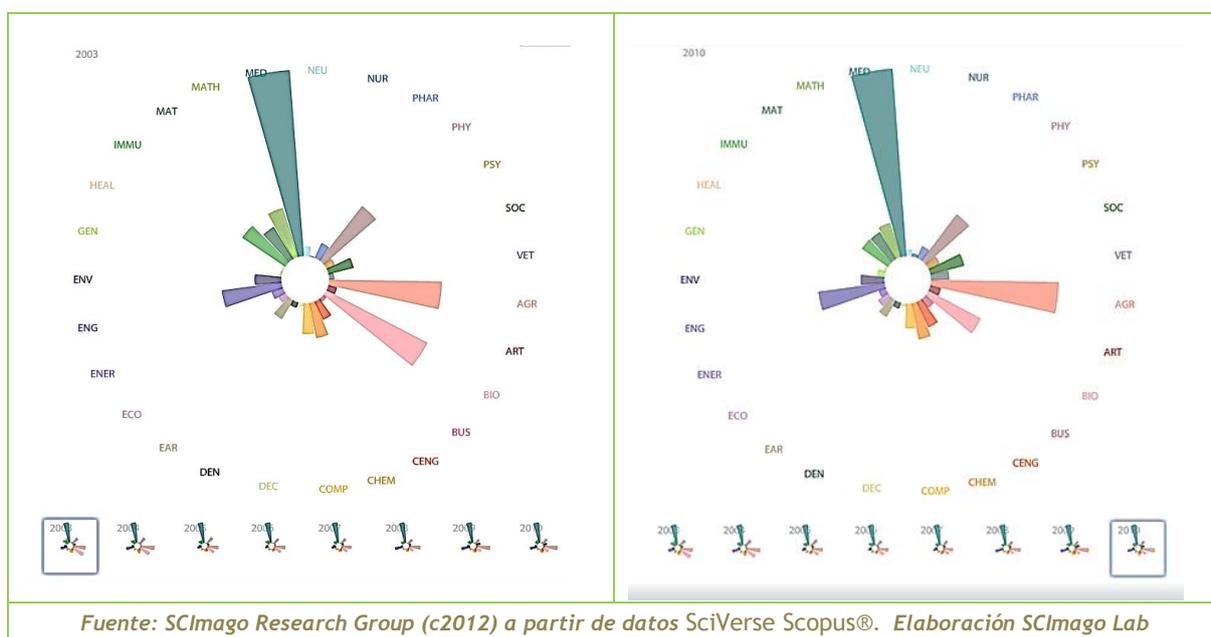
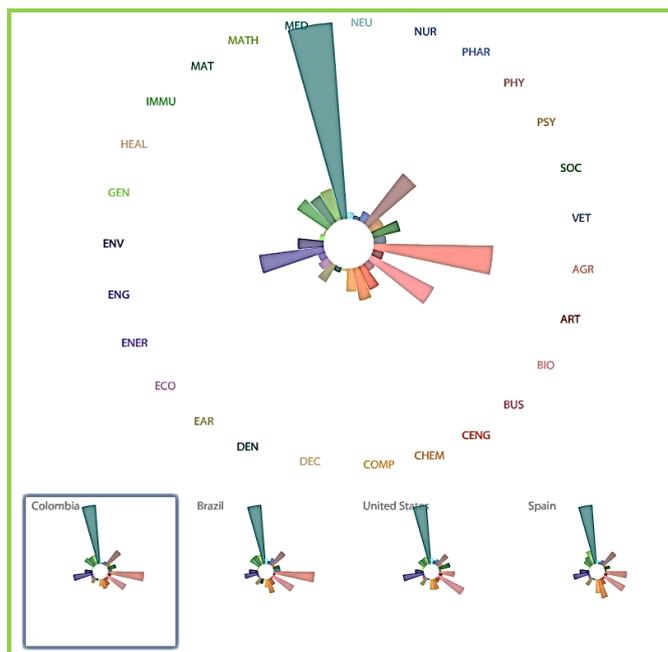


Figura 39. Perfil temático de la producción científica total. Colombia, 2003 y 2010



Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus®. Elaboración SCImago Lab

Figura 40. Perfil temático de la producción total. Colombia, 2003-2010

En los términos comparativos que muestra la **Figura 40**, el perfil temático desarrollado por Colombia durante 2003-2010, se asemeja al de Brasil, Estados Unidos y España, en cuanto prima *Medicine* en todos ellos; también sobresalen en todos los casos *Engineering* y *Biochemistry*. Colombia tiene en común con Brasil el destacado desarrollo de *Agriculture*.

Las **Figuras 41, 42, 43 y 44** que vienen a continuación revelan el perfil temático colombiano, ya no desde el número de trabajos publicados, sino desde las citas por documento (CpD) que recibió cada una de las 27 áreas en 2003 y 2010; además, vistas respecto a Brasil, México y Argentina, los tres principales productores latinoamericanos.

Mientras que en Colombia el área que más se destaca en cuanto a CpD dentro de la **producción total (Figura 41)** en 2003 es *Neuroscience* (48.33) en Brasil y Argentina el mayor número de CpD lo recibe el área *General* (45.31 y 45.26, respectivamente). Tanto en Argentina como en México, se resalta *Nursing* (32.27 y 29.5). Para 2010 la situación cambia al poner en común *General* como el área con más CpD en todos los países; el cambio más drástico se nota en Colombia, donde en 2003 esta área no tenía visibilidad y aquí supera a los demás países con un 4.98 CpD, mientras que Brasil tiene un 3.74, México 3.38 y Argentina 4.27. No obstante, *Neuroscience* se sigue distinguiendo en el caso colombiano (3.08), mientras que en México cobra fuerza *Immunology* (2.23) y *Nursing* pierde la importancia que tenía en México y Argentina.

La **producción de excelencia** (Figura 42) mantiene más o menos el mismo perfil, pues en 2003 Colombia se caracteriza por la primacía de *Neuroscience*, mientras que en el resto de países es *General*, área en la que luego, en 2010, Colombia también se destaca (con un 22.33), además de *Neuroscience* (9.5) e *Immunology* (11).

Donde se presenta un gran cambio del perfil temático es en la **producción liderada** (Figura 43). En ella, Colombia recibe en 2003 el mayor número de CpD en *Decision Sciences* (25.5), seguido por *Immunology* (19.76) y *Environment* (16.17). Entretanto, Brasil se caracteriza por el predominio de *Health* (24.79), México por *Immunology* (15.11) y Argentina por *General* (23.28). En 2010 *Neuroscience* (1.86) recobra su predominio en el perfil temático colombiano, seguido por *Immunology* (1.3) y *Energy* (1.29). Por su parte, Brasil se destaca por *Immunology* (1.11), lo mismo que México (1.55), en tanto Argentina lo hace en *Chemical* (1.42).

Respecto a la producción de **excelencia liderada** (Figura 44) en 2003 Colombia sobresale en las áreas de *Immunology* (85.75), *Environment* (66.67) y *Biochemistry* (64), mientras en Brasil, México y Argentina priman *General* (318), *Neuroscience* (83.2) y *Dentistry* (79), respectivamente. Para 2010, en Colombia se mantiene *Immunology* en primer lugar (10.25), seguido de *Biochemistry* (8.75) y *Chemical* (8.33). En Brasil, México y Argentina se destaca el área temática *General*, que obtiene el máximo número de CpD en todos los casos (11, 46 y 13, respectivamente), seguida de *Biochemistry* en el caso de Brasil (6,15) y de *Neuroscience* en los casos de México (7,62) y Argentina (6,45).

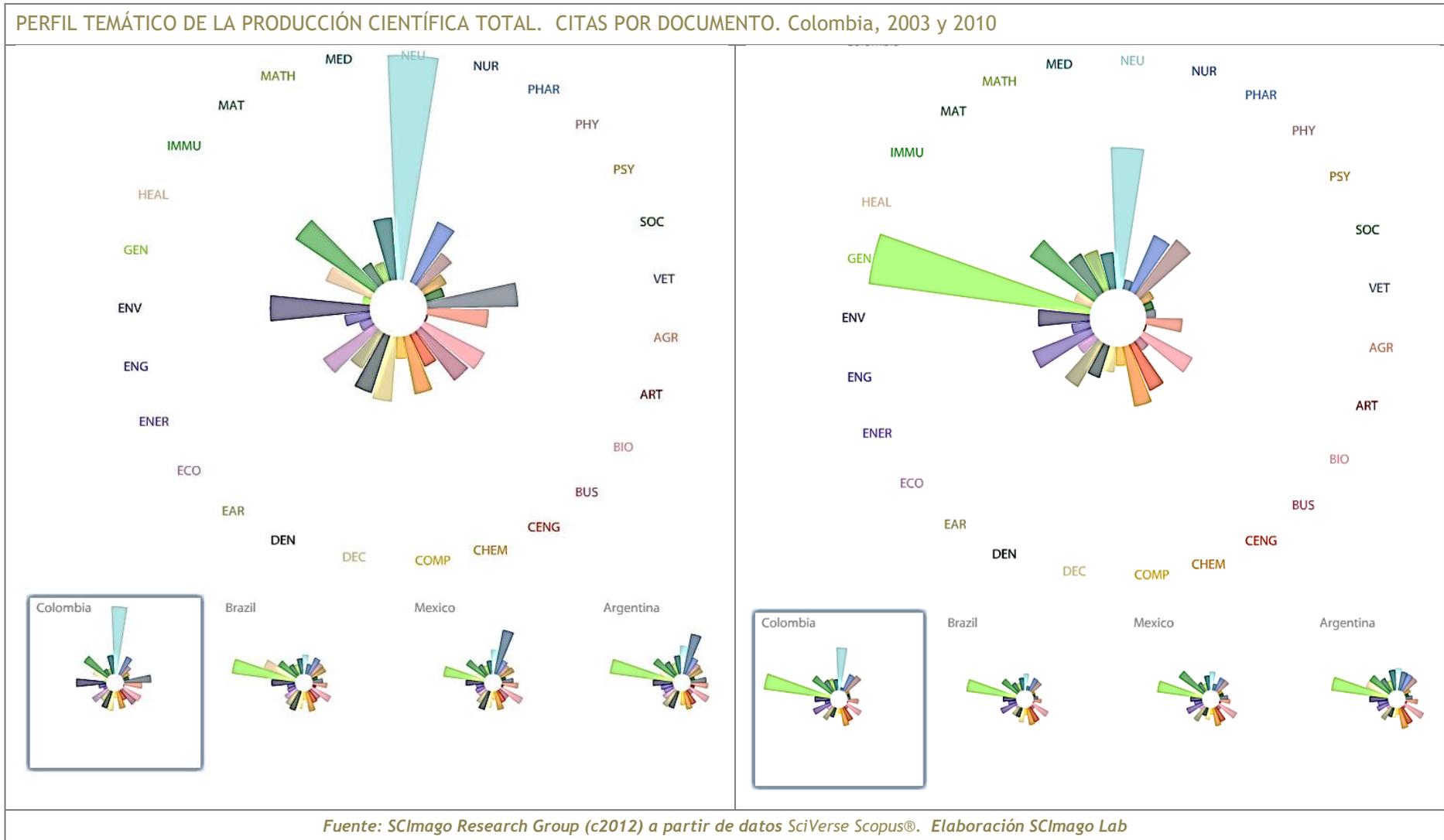


Figura 41. Perfil temático de la producción científica total. Citas por documento. Colombia, 2003 y 2010

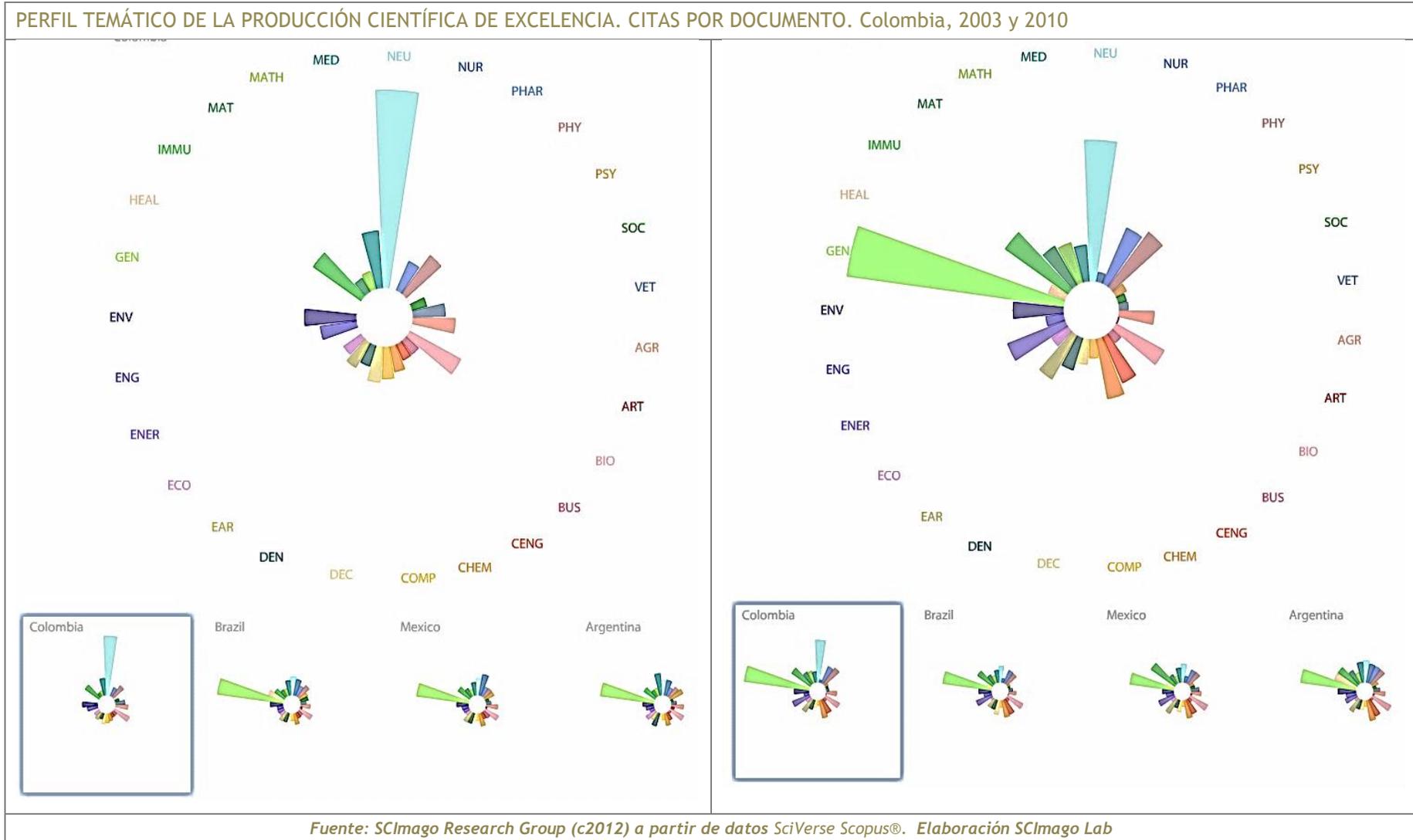


Figura 42. Perfil temático de la producción científica de excelencia. Citas por Documento. Colombia, 2003 y 2010

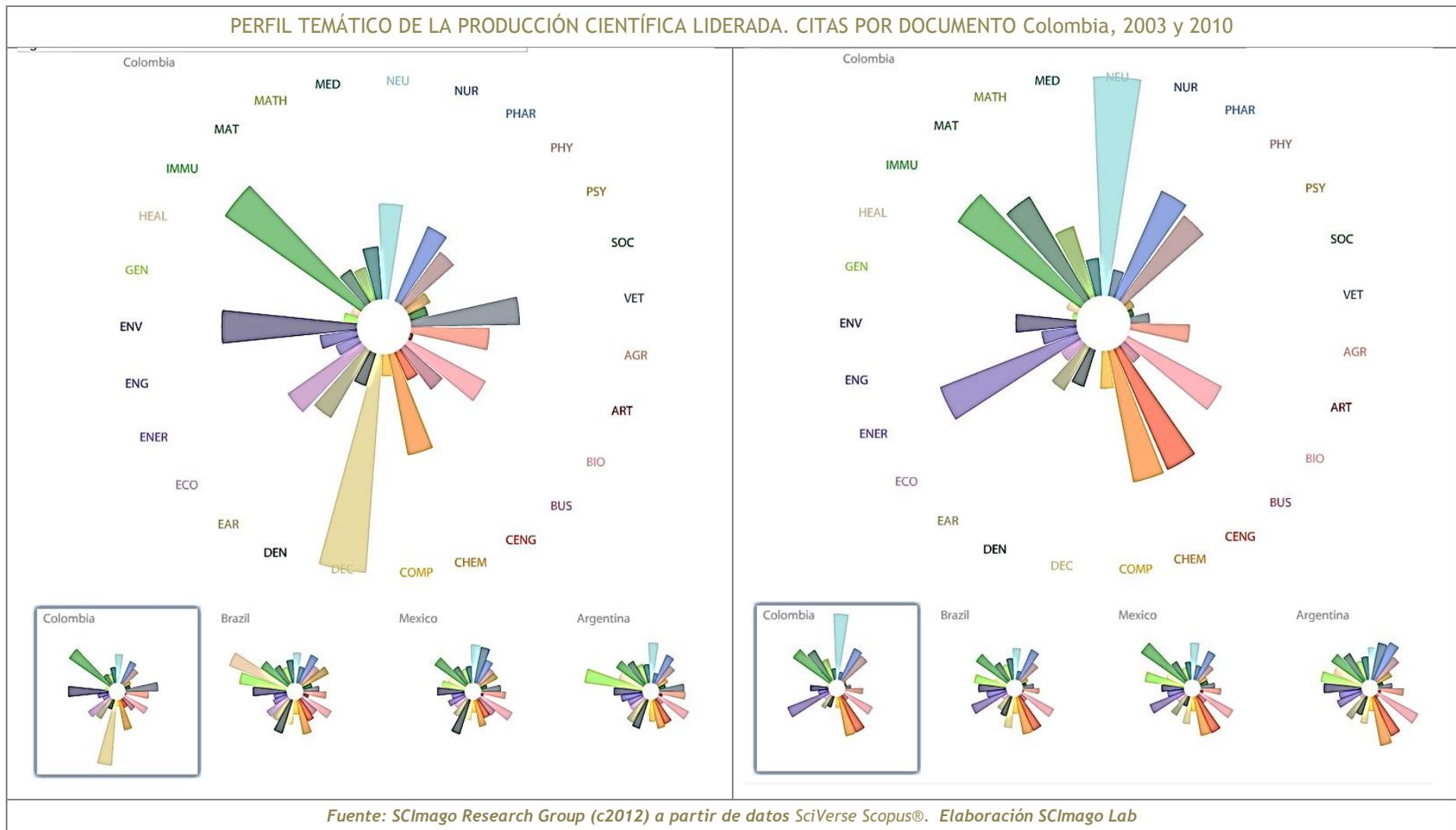


Figura 43. Perfil temático de la producción científica liderada. Citas por documento. Colombia, 2003 y 2010

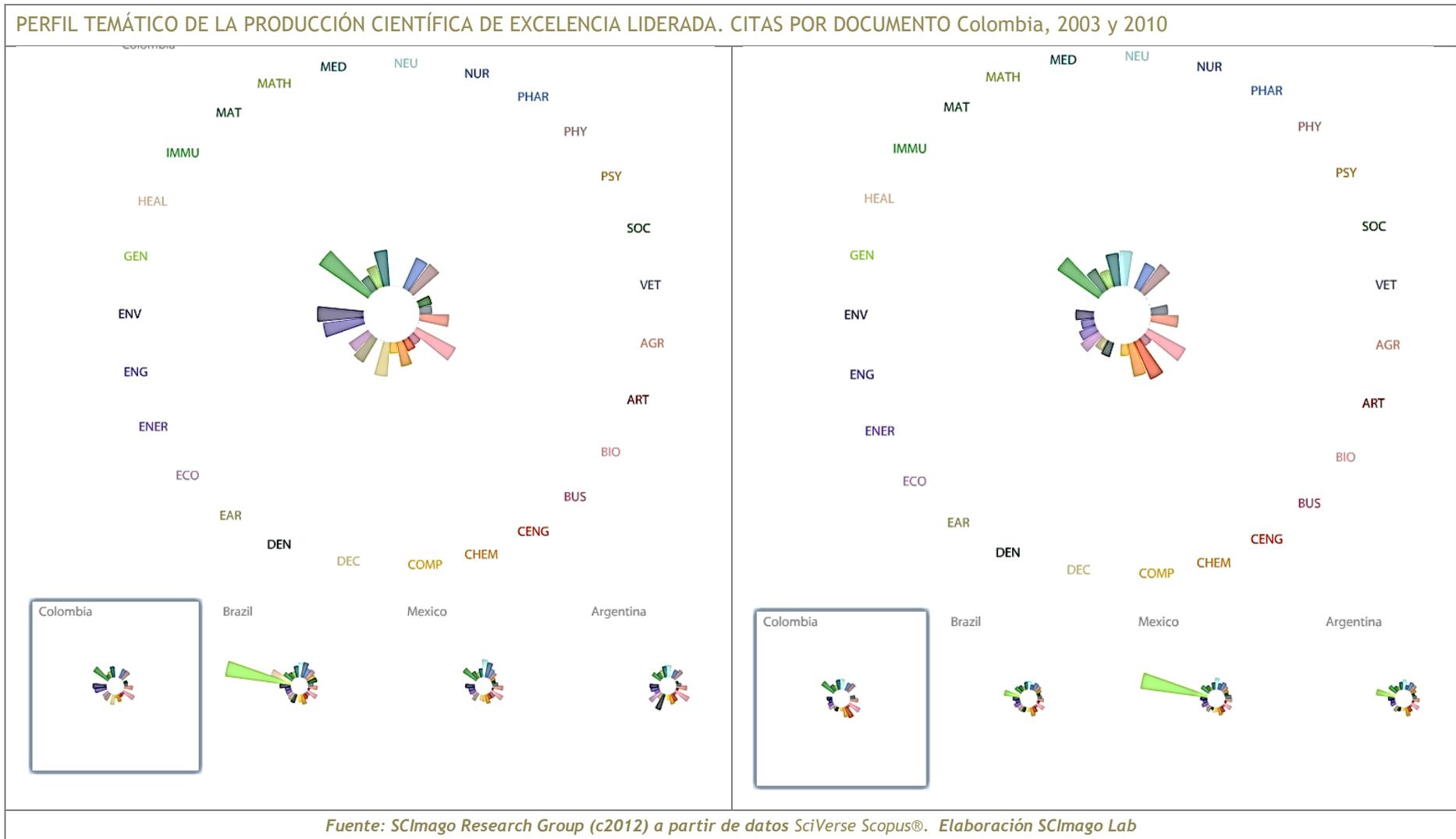


Figura 44. Perfil temático de excelencia liderada. Citas por documento. Colombia, 2003 y 2010

4.3.5. Vertebración/estructura temática de la producción científica colombiana

Las **figuras 45 y 46** representan la vertebración de la ciencia colombiana, a partir de la cocitación de las áreas temáticas de *SciVerse Scopus®* en dos momentos: 2003 y 2010.

Al examinarlas, *grosso modo*, se encuentran algunas de las características que describen Vargas-Quesada *et al.* (2008) cuando analizan la estructura científica española, como son:

- Las áreas más interdisciplinarias se sitúan en el centro, como consecuencia de su mayor grado o número de enlaces. Sin embargo, también es cierto que los núcleos van ganando centralidad en la medida en que crece la relevancia o el interés global o del propio dominio en las áreas que lo conforman. Esto va de la mano con el hecho de compartir fuentes con aquellas áreas que ocupan posiciones centrales. De este modo, consiguen mejorar su universalidad o interés específico dentro del dominio y fortalecen su respectivo núcleo, y al darles un mayor protagonismo, cambian de lugar o función dentro de la red.
- Los cienciogramas muestran una distribución típica cienciométrica de pocas áreas temáticas de gran tamaño y muchas otras de menor dimensión. Estas diferencias reflejan la naturaleza hiperbólica esencial de todas las distribuciones bibliométricas. A la vez que se presenta una gran área temática central que hace de punto de interconexión de otras más pequeñas que la rodean.
- El grado universalidad o exclusividad del resto de áreas temáticas está en función de la distancia con su centro.

Ahora, específicamente la estructura temática del dominio colombiano que representan las **Figuras 45 y 46**, enseña lo siguiente:

- *Biochemistry, Genetics and Molecular Biology* - BIO y *Medicine* MED sobresalen como las áreas alrededor de las cuales se configura la red pues ellas concentran el mayor número de relaciones; *Medicine* ocupa una posición central determinada por esto, aunque es más clara su centralidad en 2003 que en 2010, cuando

Biochemistry la desplaza un poco. También sobresale *Agricultural and Biological Science* por su tamaño.

- A pesar de que BIO pierde volumen de producción, no deja de ser un punto estratégico que conecta *Agricultural and Biological Sciences* con *Chemistry* y *Medicine*, y posteriormente, en 2010, con *Computer Science*, que configura un nuevo núcleo al establecer relación directa con *Biochemistry* y servir de puente para *Mathematics* y *Engineering*, cuando antes cumplía esta función al final de la cadena.
- Este hecho hace que también se reconfiguren las áreas que conectan con *Chemistry* y su lugar en la ruta; por ejemplo, *Materials Science* pasa a servir de intermediario para *Physics and Astronomy*, cuando antes se relacionaba únicamente con esta área. También llega un nuevo vecino: *Energy*, que se traslada del núcleo de *Agricultural and Biological Science* para conectarse a *Biochemistry*, *Genetics and Molecular Biology*, al final de la cadena, vía *Chemical Engineering*.
- Por su parte, *Environmental Science* pasa a ser puente de *Earth and Planetary Science*, cuando ésta antes se relacionaba directamente con *Agricultural and Biological Sciences*.
- Por último, hacer notar que *General* se ubica siempre al lado de BIO, en conexión directa con ella, y *Social Sciences* al lado de *Medicine*. Curiosamente, *Arts and Humanities* deja de relacionarse directamente con *Medicine*, para hacerlo por intermedio de *Social Sciences*.
- Las relaciones más intensas ocurren entre *Medicine* y *Biochemistry*, cuyo enlace es el más fuerte, y entre *Medicine* e *Immunology and Microbiology*, que le sigue en intensidad; luego destaca el vínculo entre ésta con *Agricultural and Biological Science*.
- En general, puede decirse que la estructura científica colombiana gravita alrededor de dos grandes conjuntos: las Ciencias de la Vida, a las que se integran las Ciencias Sociales y Humanas, y las Ciencias Puras e Ingeniería.
- En ambos períodos, es claro que las áreas ocupan las mismas posiciones relativas dentro del cienciograma; lo que sí cambia es la forma en que ellas se enlazan, como ya se ha descrito.

• Áreas Temáticas

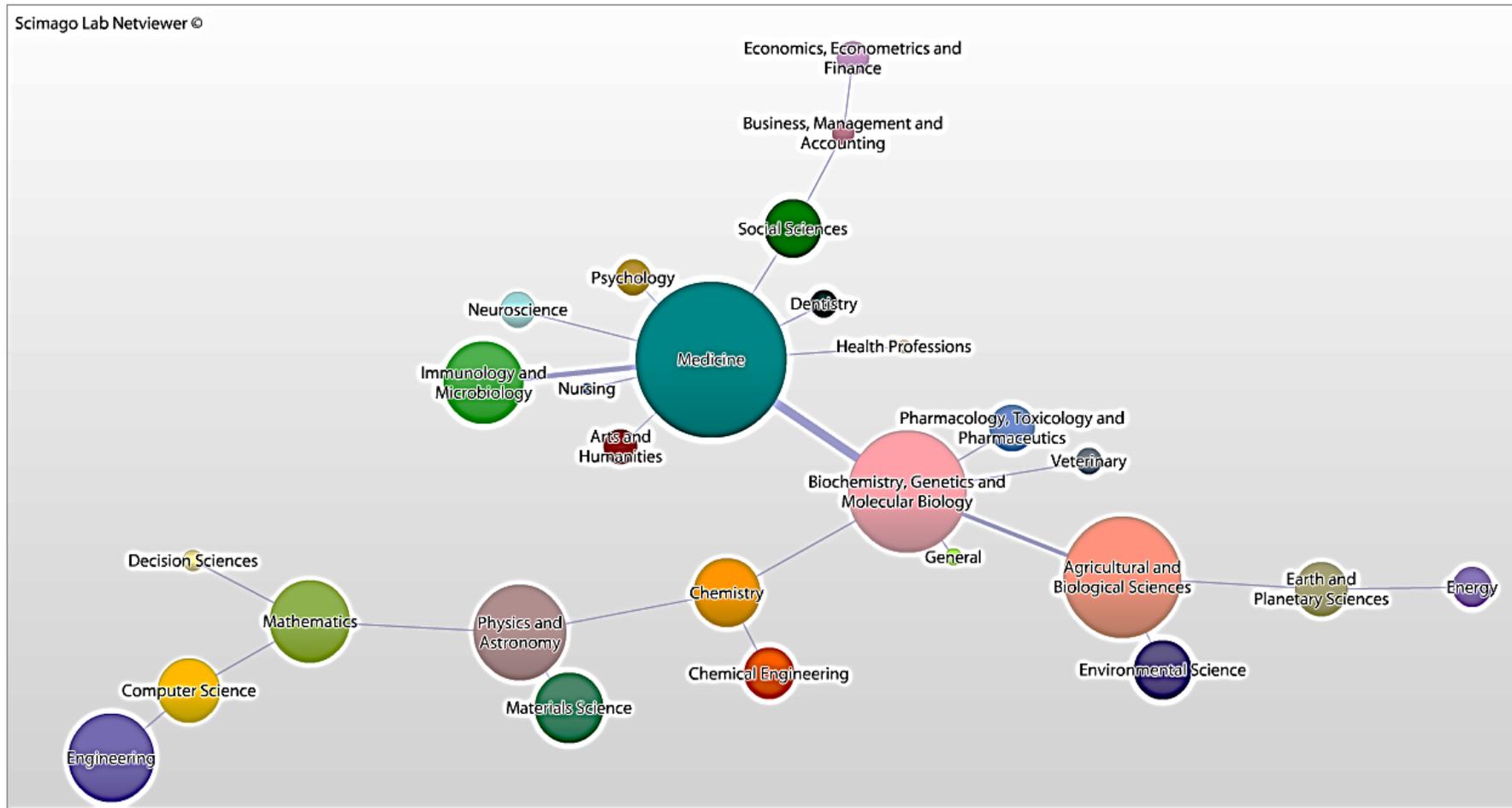


Figura 45 Mapa de cocitación de áreas temáticas 2003. Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus®. Elaboración: SCImago Lab.

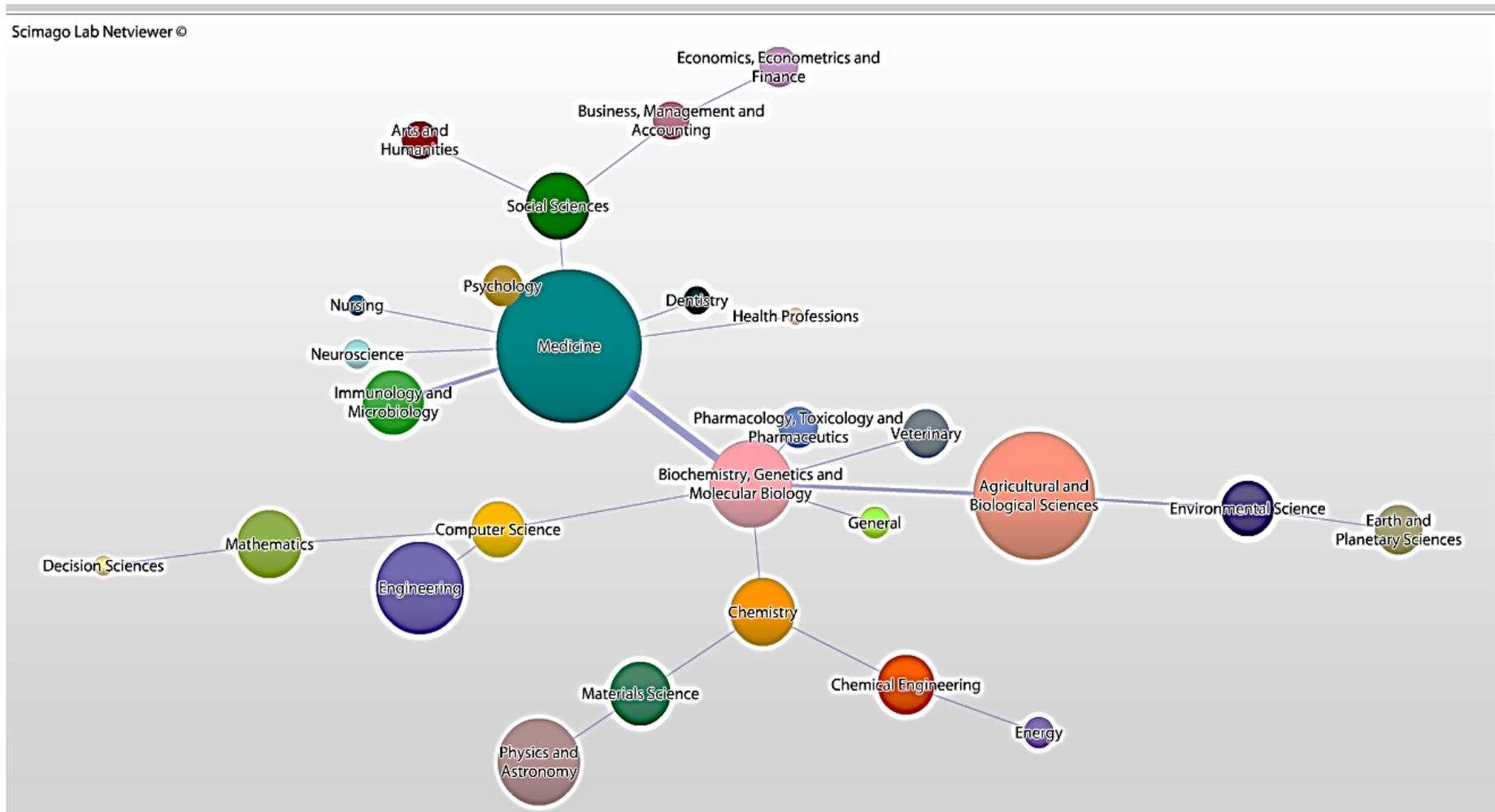


Figura 46. Mapa de cocitación de áreas temáticas 2010. Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus®. Elaboración: SCImago Lab.

Un mayor detalle de esta estructura se observa en las **Figuras 47 y 48** que presentan las redes temáticas establecidas a partir de la cocitación de categorías.

- Categorías Temáticas

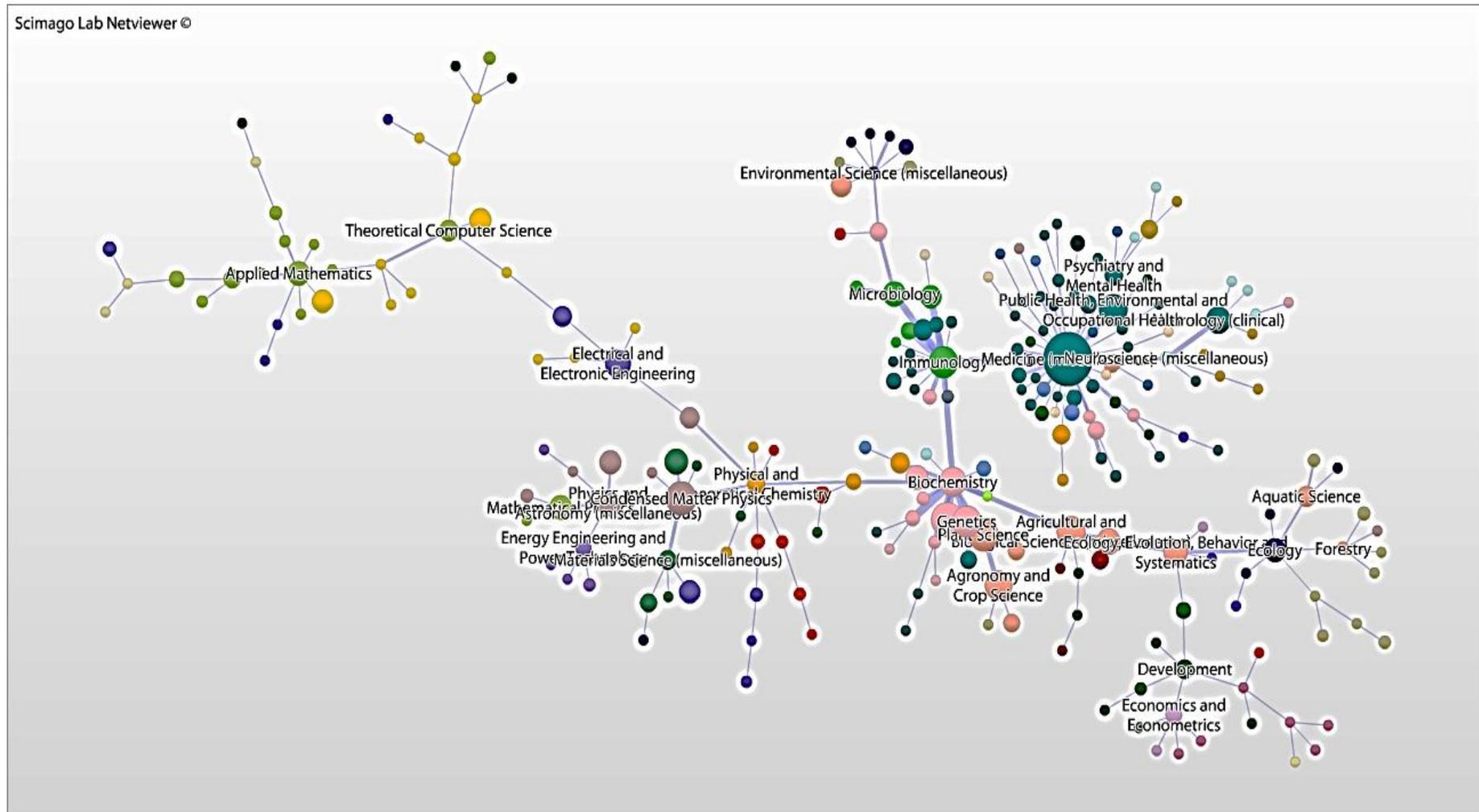


Figura 47. Mapa de cocitación de categorías temáticas 2003. Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus®. Elaboración: SCImago Lab.

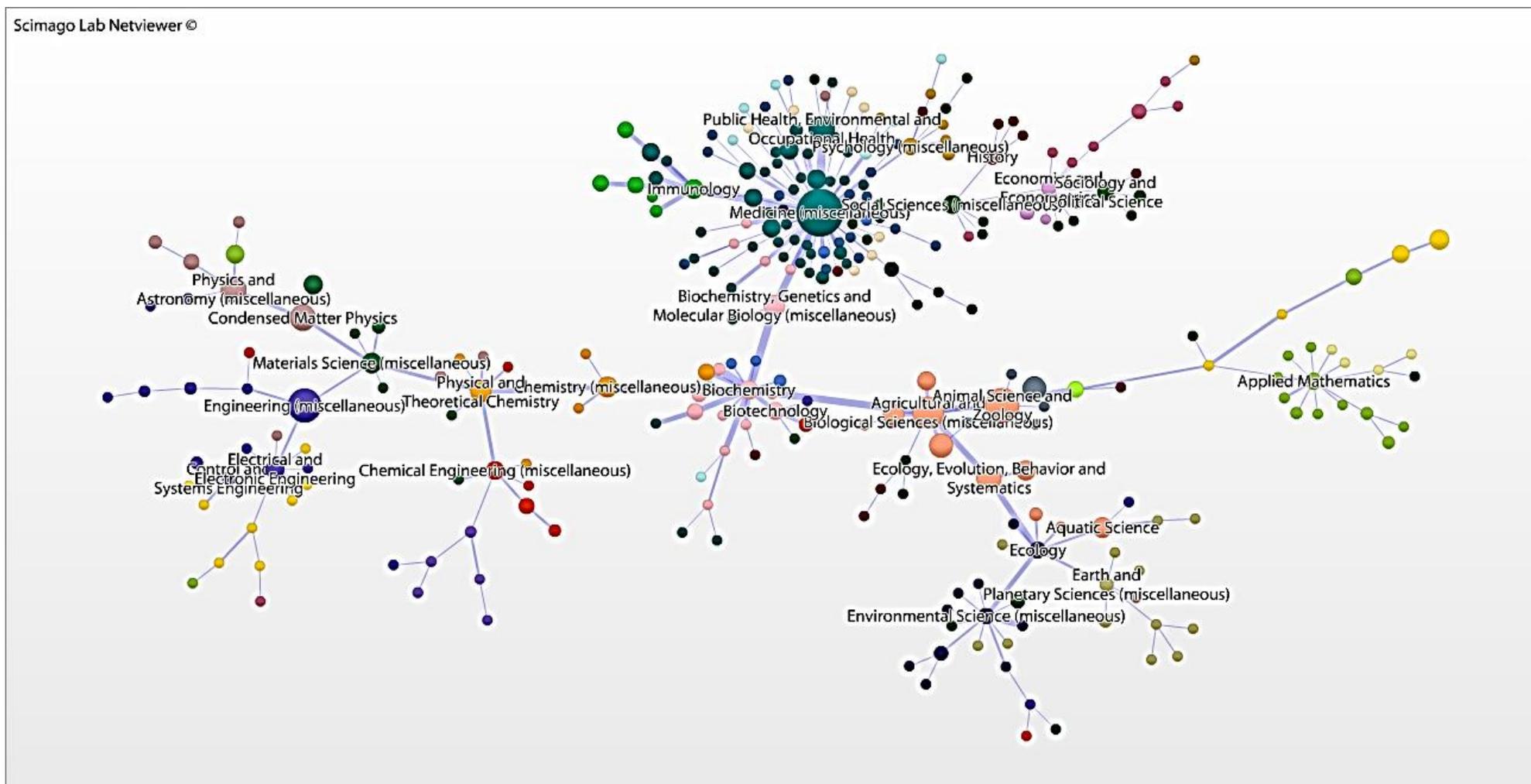


Figura 48 Mapa de cocitación de categorías temáticas 2010. Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus®. Elaboración: SCImago Lab.

4.3.6. Posición relativa de las áreas respecto a su especialización temática, visibilidad internacional, porcentaje de documentos en colaboración internacional, en revistas de primer cuartil y volumen de producción. Colombia, 2003-2010

La **Figura 49** permite analizar la posición relativa de las áreas temáticas dentro del conjunto de la producción total de Colombia (ver **Anexo 8.15**). El cuadrante superior derecho es considerado la zona de excelencia; en este caso, allí se ubican las áreas que superan las medias mundiales en los indicadores enunciados: la especialización temática, que compara el porcentaje de producción de un campo científico en Colombia, con el porcentaje de producción del mismo campo respecto al promedio mundial; la visibilidad internacional, aquí estimada por la citación normalizada según el área temática, y finalmente, la dinámica de colaboración internacional que tiene cada una y que es representada por los colores. Como se ha explicado, el tamaño de la esfera indica el volumen de producción en cada área.

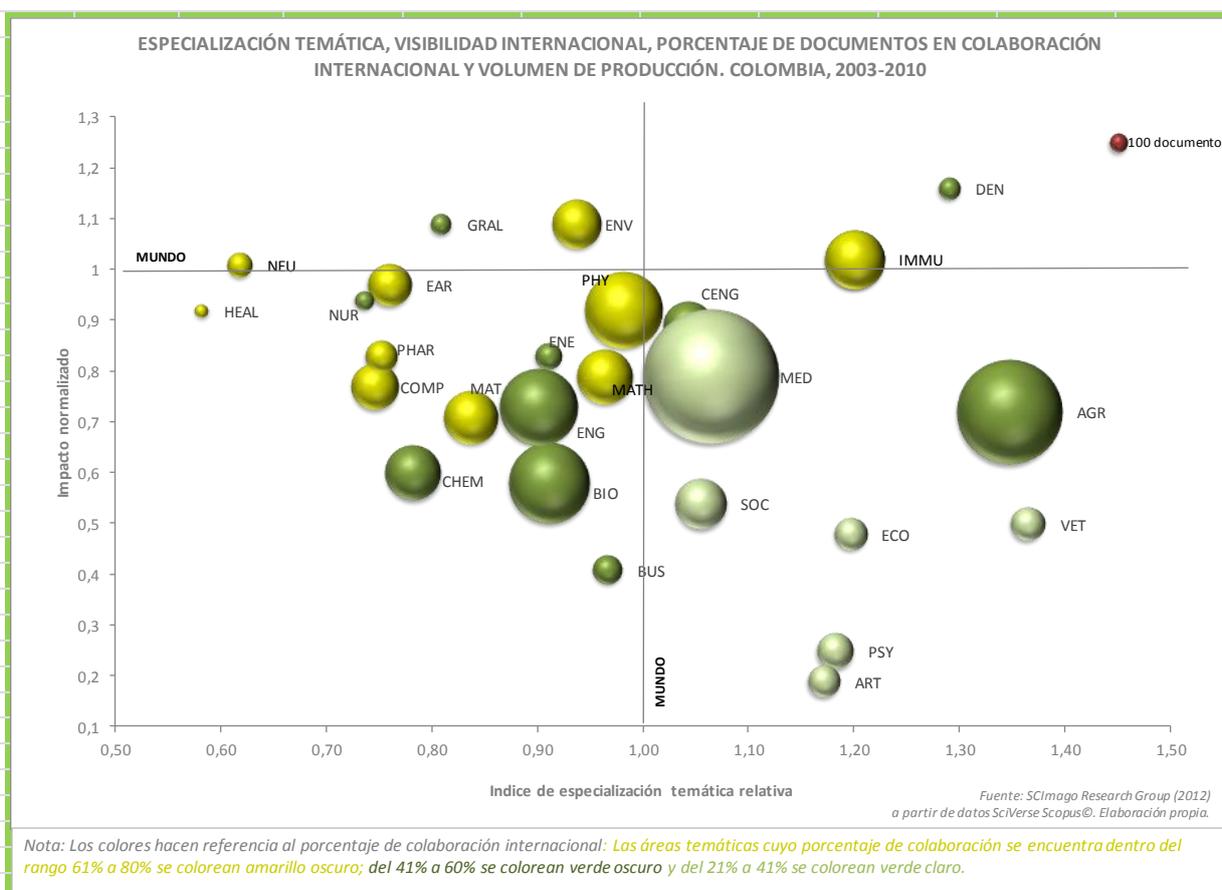


Figura 49. Posición relativa de las áreas respecto a su especialización temática, visibilidad internacional, porcentaje de documentos en colaboración internacional y volumen de producción. Colombia, 2003-2010

A simple vista, la gran mayoría de las áreas temáticas no alcanza la media mundial en impacto normalizado, de ahí que se ubiquen en la parte inferior del gráfico. Esto significa que son citadas por debajo del promedio mundial en sus respectivas áreas. Un buen número de áreas tampoco logra superar la media mundial en el índice de especialización temática, que supone el esfuerzo que hace Colombia en un área, respecto a la dinámica de la misma en el mundo; por eso se hallan en el cuadrante inferior izquierdo. Éste es el sector más crítico de la figura, aunque hay que confiar en que irán mejorando sus posiciones puesto que, en términos generales, están más cerca de los promedios mundiales que lejos de ellos, excepto algunos casos en los que sí falta mucho por recorrer.

Una lectura detallada hace ver que de las 27 áreas temáticas, sólo dos se destacan al ubicarse en el cuadrante superior derecho: *Dentistry* e *Immunology*. La primera, superando un 29% la especialización temática promedio en su campo y un 16% la citación media del mundo. *Immunology and Microbiology* supera un 20% el promedio de especialización temática y apenas coincide con el promedio mundial de citación (1,02%); sin embargo, cuenta con un mayor volumen de producción y porcentaje de colaboración internacional que la primera.

Environmental Science; *Neuroscience*; y *General* son otras tres áreas que superan la visibilidad promedio, mas no la especialización temática que sí se logra por parte de otras ocho áreas, siendo las más destacadas *Agricultural and Biological Science* (1,35%), *Veterinary* (1,36%) y *Economics* (1,20%). Es importante que por su especialización temática, también figuren en el grupo *Psychology* (1,18%), *Arts and Humanities* (1,17%) y *Social Sciences* (1,05%).

Medicine, el área de mayor producción, apenas alcanza a pasar la media con un 1,06% de especialización temática, mientras que su citación está 21% por debajo de la media mundial y también es muy baja su tasa de colaboración internacional.

Respecto a este indicador, resaltan las áreas de color amarillo, pues ellas tienen los mayores porcentajes en colaboración internacional; sin embargo, es curioso que esta

característica no les ayude a obtener mejores resultados en los indicadores de calidad aquí analizados.

La **Figura 50** permite analizar la posición relativa de las áreas temáticas respecto a la producción total de Colombia (ver **Anexo 8.16**). El cuadrante superior derecho es considerado la zona de excelencia porque allí se ubican aquellas áreas que tienen la mayor visibilidad, ya sea por el impacto de sus trabajos, porque fueron publicados en revistas de primer cuartil, o por su nivel de colaboración internacional.

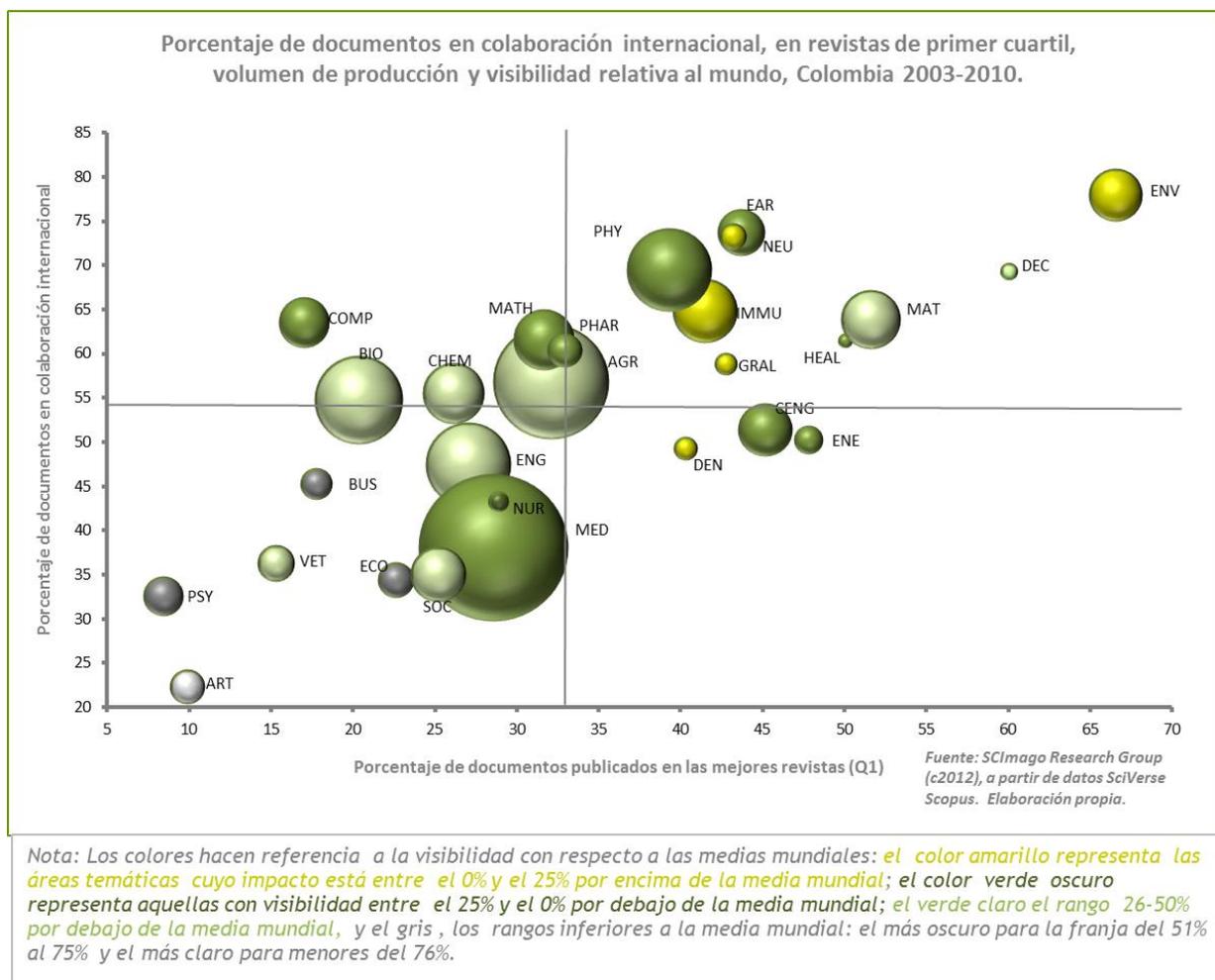


Figura 50. Porcentaje de documentos en colaboración internacional, en revistas de primer cuartil, volumen de producción y visibilidad relativa al mundo. Colombia 2003-2010

La mejor ubicada es *Environmental Science*, que tiene los máximos valores en indicadores de calidad y colaboración, aunque el volumen de su producción es pequeño. *Immunology and Microbiology* también se destaca, excepto en publicaciones de primer cuartil. A pesar de sobresalir por su alto nivel de

colaboración internacional y sus publicaciones en revistas Q1, *Decision Science* no logra superar la media mundial en visibilidad y su producción también es muy baja. Caso contrario es *Dentistry* que supera la media mundial en visibilidad, pero sus promedios nacionales son menores en todo lo demás. *Medicine* tiene la mayor producción pero aún tiene pendiente ganarse posiciones en el resto de indicadores.

En términos generales, la gran mayoría de las áreas temáticas (22 de 27) están por debajo de la media mundial en visibilidad y las cinco que lo logran lo hacen rayando apenas esa medida; únicamente *Dentistry* lo excede en un 16%. Algunas pocas se acercan al umbral desde la zona inferior, con valores en el rango del 0-10% por debajo de la media, como *Earth*; *Nursing*; y *Physics*, con impactos del 0,97, 0,94 y 0,92 respectivamente. La situación más difícil la tiene *Arts and Humanities*, con prácticamente los valores más bajos en todos los indicadores.

Respecto a los promedios nacionales, apenas ocho áreas logran superarlos (ENV, IMMU, NEU, GRAL, PHY, EAR, MAT, HEAL) y solo unas pocas se les aproximan (AGR, PHAR, MATH, DEN, CENG, ENER).

4.3.7. Lengua de publicación por área temática

Para conocer la lengua de publicación que acostumbra cada área temática, se tiene la **Tabla 11**. Además de corroborar que el inglés es la dominante para la mayoría de las áreas, resalta el caso de *Decisions Sciences* donde representa el 100%. Curiosamente el español supera al inglés en un área como *Medicine*, si bien es en un pequeño porcentaje; esta situación puede ocurrir por la oportunidad que tiene esta área de publicar en revistas editadas en Colombia, España o la región latinoamericana. Otras áreas donde prima el español son *Social Sciences*, *Psychology*, *Arts and Humanities* y *Veterinary*. En esta última el portugués alcanza un 8%, el más alto porcentaje después de *Nursing*, donde tiene un 7%. En áreas como *Economy*, *General* y *Nursing*, hay más equilibrio entre los dos idiomas principales.

ÁREAS TEMÁTICAS	English	Spanish	Portuguese	French	Others
MED	46%	53%	1%	0%	0%
AGR	69%	29%	2%	0%	0%
PHY	98%	1%	0%	0%	0%
BIO	73%	27%	0%	0%	
ENG	64%	34%	1%		1%
IMMU	91%	9%	0%		
MATH	91%	8%	0%	0%	
MAT	93%	6%	1%		0%
CHEM	87%	11%	2%		
ENV	94%	4%	1%	1%	0%
COMP	93%	6%	0%		
CENG	79%	20%	0%		1%
EAR	92%	6%	1%	0%	1%
SOC	43%	53%	2%	2%	
PSY	20%	79%	1%	1%	
ART	18%	79%	2%	2%	
VET	27%	64%	6%	1%	
PHAR	76%	21%	3%		0%
ENER	95%	5%			
ECO	54%	46%	0%	0%	
NEU	95%	5%			
BUS	58%	38%	1%	1%	2%
DEN	79%	21%			
DEC	100%				
GRAL	52%	44%	3%		
NUR	46%	47%	7%		
HEAL	65%	25%	2%	2%	6%

Tabla 11. Lengua de publicación por áreas temáticas. Colombia, 2003-2010.
Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus

4.3.8. Tipología documental por área temática

La característica general de todas las áreas es publicar en documentos tipo *Articles*, salvo el caso de *Computer Science*, donde prima el tipo *Conference Paper*, que también tiene buena presencia en las áreas de *Energy*, *Mathematics*, *Engineering*, y *Physics*, donde supera el 20%. En cuanto a los *Review*, tienen gran cabida en el área

de *Arts and Humanities*, representando el 39% de su producción; también es acostumbrado por *Medicine, Psychology y Nursing*, donde constituye un 13%. Todo lo anterior puede detallarse en la **Tabla 12**.

ÁREAS TEMÁTICAS	Artide	Conference Paper	Review	Editorial	Others
MED	77%	2%	13%	2%	5%
AGR	91%	4%	4%	0%	1%
BIO	90%	1%	6%	0%	2%
PHY	76%	22%	1%	0%	1%
ENG	69%	27%	2%	0%	2%
IMMU	88%	2%	8%	1%	2%
CHEM	91%	6%	2%	0%	1%
MAT	81%	16%	1%	0%	1%
MATH	75%	24%	1%	0%	0%
SOC	84%	3%	9%	1%	2%
ENV	88%	6%	4%		3%
CENG	79%	15%	5%	0%	1%
EAR	82%	12%	4%	1%	1%
COMP	43%	53%	2%	0%	2%
PSY	84%	0%	13%	2%	1%
VET	94%	0%	5%	1%	
ECO	92%	2%	5%		1%
PHAR	87%	1%	8%		4%
BUS	85%	3%	6%	3%	2%
ENER	84%	12%	3%		1%
ART	55%	2%	39%	2%	3%
NEU	88%	1%	9%		2%
DEN	94%	1%	4%		1%
GRAL	87%	2%	6%		6%
NUR	80%	1%	13%	2%	5%
DEC	93%	3%	1%	1%	1%
HEAL	87%	2%	6%		6%

Tabla 12. Tipo de publicación por áreas temáticas. Colombia, 2003-2010.
Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus.

4.3.9. Posición relativa de Colombia, por áreas temáticas

Bajo este numeral, se analizará la posición relativa de Colombia en cada una de las áreas temáticas *SciVerse Scopus®*, respecto a los mayores productores latinoamericanos y a España, teniendo en cuenta cuatro indicadores: el volumen de la producción científica en cada área durante 2003 y 2010 (representado por el tamaño de las esferas), el **índice de especialización temática - IET** (eje y), el **índice de atracción - IA** (eje x) y el **impacto relativo - IR**. Éste último es representado por el color de las esferas según los rangos alcanzados, así: amarillo para el intervalo superior a la media mundial, es decir, $IR \geq 1$, que significa alto impacto; verde oscuro para el intervalo entre el 0.8 y el 1, que corresponde a un impacto medio; el verde claro para el impacto bajo del rango entre 0.51-0.75; y los tonos grises para los últimos lugares: gris claro para la franja 0.26-0.50 y gris oscuro para el intervalo 0.25-0.01. Los datos correspondientes a estos indicadores se hallan en el Anexo 8.17.

- **AGR - Agricultural and Biological Sciences**

De acuerdo con la **Figura 51**, el área AGR le reporta a Colombia y a los países seleccionados un espacio en el cuadrante superior derecho que denota la importancia dada a esta área de investigación, en la que coinciden alcanzar valores superiores a la media mundial en cuanto al grado de especialización temática y el índice de atracción, no obstante algunas diferencias: En términos del volumen de la producción, se destaca Brasil, seguido por España, México y Argentina; en los últimos lugares están Venezuela y Cuba. Colombia es el quinto, con 3.328 documentos. Argentina resalta por obtener la mayor especialización temática y el mayor índice de atracción, aunque el impacto relativo es de 0.91. España es el único en alcanzar un 1,35 en este indicador, en el que Colombia sólo obtiene un 0,72, si bien supera a Brasil que tiene 0,65 en IR.

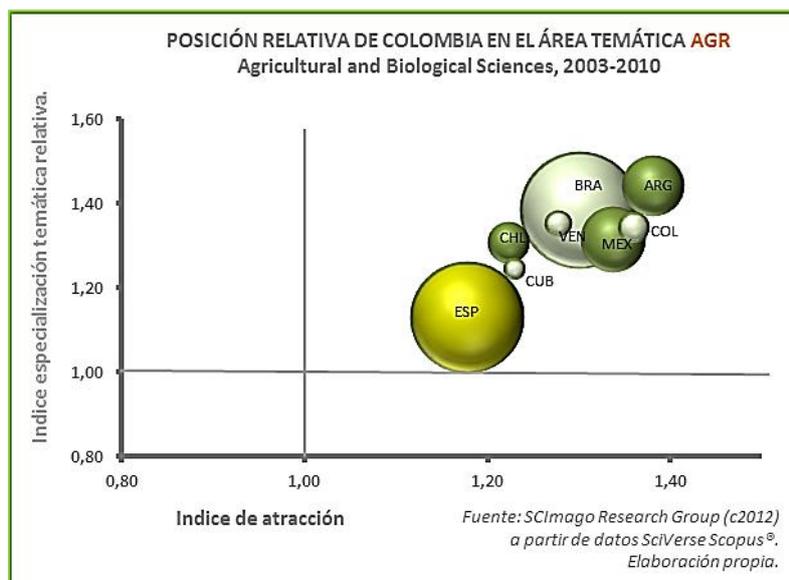


Figura 51. Posición relativa de Colombia en el área temática AGR, 2003-2010

Con base en este resultado, puede decirse que Colombia está en sintonía con la tendencia latinoamericana, al situarse en lugares semejantes a sus vecinos. Sin embargo, teniendo en cuenta que se trata de un área afín a un Programa Nacional de Ciencia y Tecnología (*Ciencia y Tecnología Agropecuaria*), los indicadores podrían ser más destacados, en especial, el de IR.

- **Arts and Humanities - ART**

Contrario al punto anterior, la **Figura 52** muestra un área donde los resultados son más variados y menos positivos, empezando por el IR que se mueve por debajo de la media mundial, en el intervalo del 0,70 conseguido por España y el 0,14 de Colombia, la cifra más baja de todas. En cuanto a la producción, también son disímiles los volúmenes, entre los que vuelve a destacarse España con 6.013 documentos, mientras Cuba sólo reporta 31. En esta ocasión, Brasil ocupa un segundo lugar, muy lejos del primero, con 1.914 documentos, sin posiciones relevantes en los demás indicadores. A pesar del mínimo impacto que obtienen los 305 documentos de Colombia, sí logran un IET superior a la media mundial, en una ubicación similar a la de Chile, guardadas las proporciones. Llama la atención los indicadores que reportan en esta área México y Brasil, dada su cultura y su prestigio en investigación.

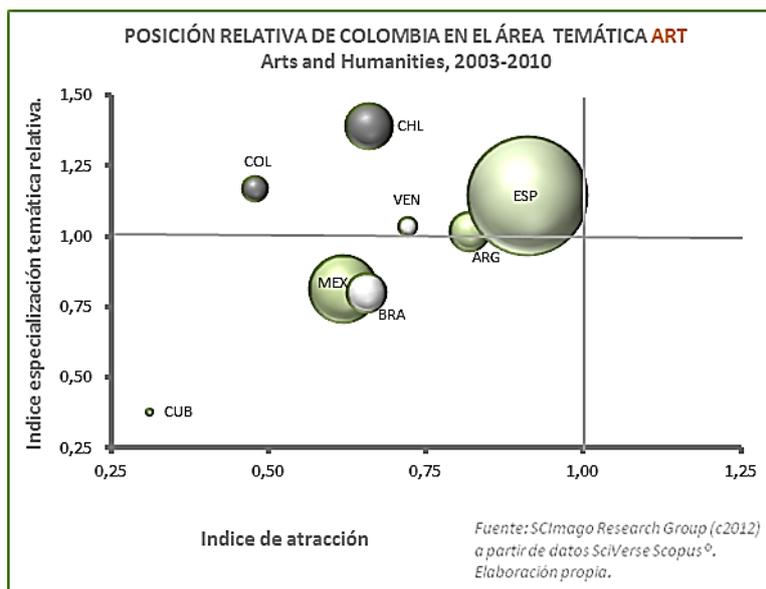


Figura 52. Posición relativa de Colombia en el área temática ART, 2003-2010

Si bien existen razones que explican el comportamiento del área ART y que tienen que ver con su naturaleza y su incorporación a las bases de datos de citas en condiciones diferentes a las áreas tradicionales, la posición de Colombia en este conjunto denota ciertos logros, que sin embargo no son suficientes, sobre todo teniendo en cuenta que esta área forma parte del *Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas*.

- **Biochemistry, Genetics and Molecular Biology - BIO**

En su mayoría, el grupo de países representado en la **Figura 53**, según su desempeño en el área BIO, tiene en común su ubicación en el cuadrante inferior izquierdo; es decir, el cuadrante con los valores más negativos en términos de especialización temática e índice de atracción. Sobresalen Argentina, que supera la media en IET, y Cuba, que lo hace en IA. España bordea esa media y por poco logra resultados positivos en todos los indicadores, pues tanto el volumen de producción como el IR son los mayores del grupo (47.777 y 1,40 respectivamente). Colombia, por su parte, sólo sobresale por superar a México, Venezuela y Chile en IET, ubicándose más cerca de Brasil, mientras comparte el mismo IA que México y Chile, con 0,81. Chile se destaca con un IR de 1,26, a pesar de su posición en el cuadrante.

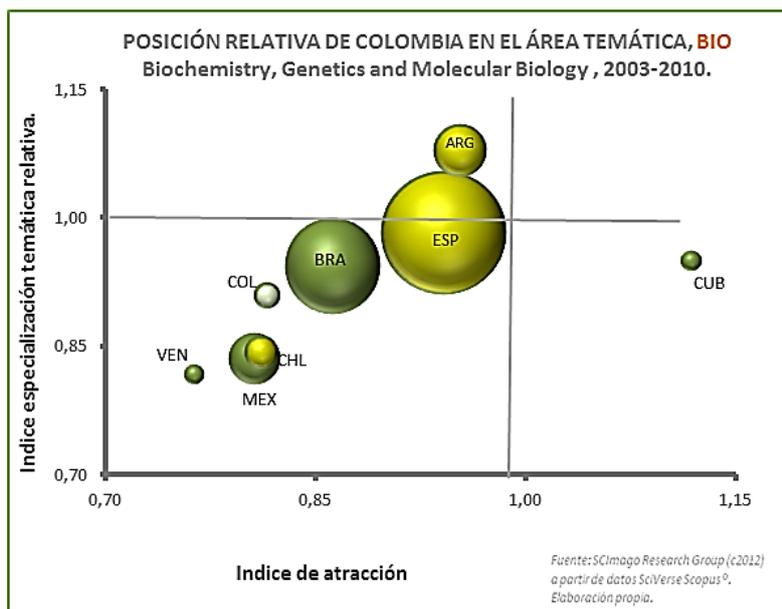


Figura 53. Posición relativa de Colombia en el área temática BIO, 2003-2010

Teniendo en cuenta que BIO es un área de especial interés para la ciencia mundial (de hecho es la segunda área en producción mundial, después de MED), los resultados que presenta la mayoría del grupo no se corresponde con esta tendencia; excepto, claro está, en los casos de Argentina, España y Chile que tienen un impacto relativo que supera la media mundial. Colombia arroja cifras menores en BIO, especialmente llamativas si se tiene en cuenta lo anterior y que la *Biotecnología* es un Programa Nacional de Ciencia y Tecnología, que constituye una categoría *Scopus* dentro de esta área temática. Que tenga esta prioridad no se refleja exactamente en estos resultados.

- **Business, Management and Accounting - BUS**

Nuevamente en esta area predomina la ubicación de los países en el cuadrante inferior izquierdo de la **Figura 54**, lo cual significa que a pesar de altos niveles de producción científica en algunos casos, el área BUS no es el fuerte para la mayoría de estos países. Se destaca el caso de España, por su gran producción (4.570 documentos) y sus resultados en IR (1,46); así como el de Chile, que alcanza un 1,09 en IR a pesar de las discretas cifras en los demás indicadores. Aunque Venezuela se distingue por un 1,17 en IET, sus resultados son menores en todo lo demás.

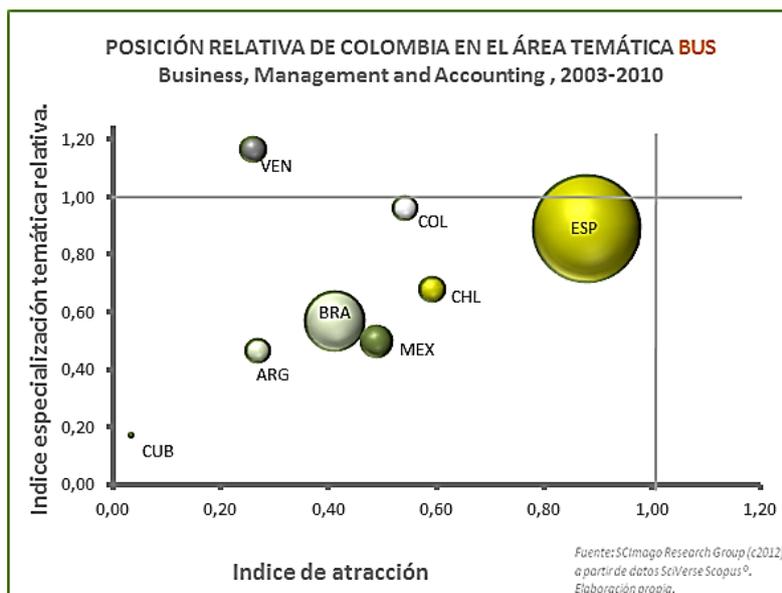


Figura 54. Posición relativa de Colombia en el área temática BUS, 2003-2010

Para Colombia, el área BUS reporta un buen resultado en especialización temática, muy cerca de la media mundial, con un 0,97; sin embargo, su producción es escasa (254 documentos), así como su IA (0,54) y su IR (0,34). Su comportamiento es comparable al de Argentina, que tiene 256 documentos, pero reporta cifras inferiores a Colombia en los demás indicadores, excepto en IR donde obtiene 0,66.

- **Chemical Engineering - CENG**

El área temática CENG es, en conjunto, un área destacable para los países seleccionados, según lo muestra la **Figura 55**, en especial, en cuanto al impacto relativo se refiere, pues sólo Cuba y Colombia no superan la media mundial, aunque se aproximan a ella con un 0,90 y 0,80, respectivamente.

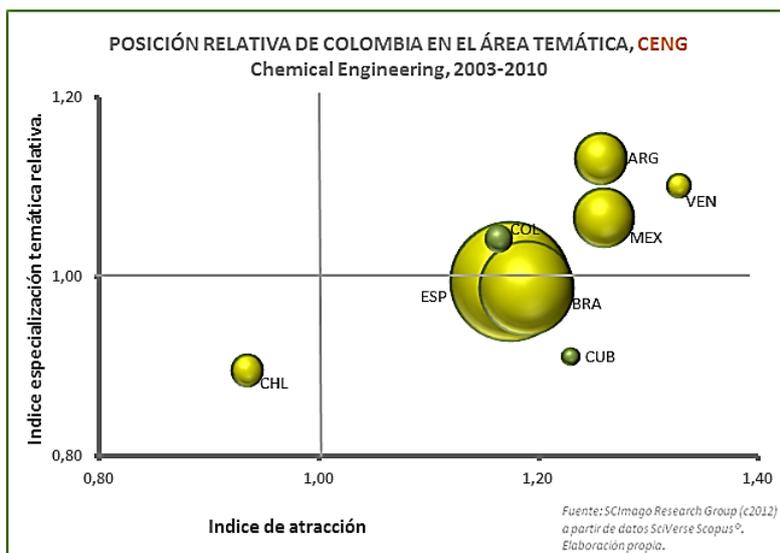


Figura 55. Posición relativa de Colombia en el área temática CENG, 2003-2010

A pesar de los buenos resultados que reporta Colombia en esta área, en el sentido de que la ubican en el cuadrante positivo y la ponen en línea con una tendencia importante de la investigación, todavía le queda camino por recorrer.

- **Chemestry - CHEM**

El área temática CHEM es importante para la mayoría de los países seleccionados, según puede deducirse de la **Figura 56**, pues cinco de ellos superan la media mundial en impacto. Solo dos logran hacerlo también en el resto de indicadores, aunque es la escasa producción de Argentina, respecto a España, Brasil y México. España se ubica en el cuadrante superior derecho superando la media mundial en todos los indicadores, lo cual es especial considerando su gran volumen de producción (39.245 documentos) que supera en más del doble el de Brasil.

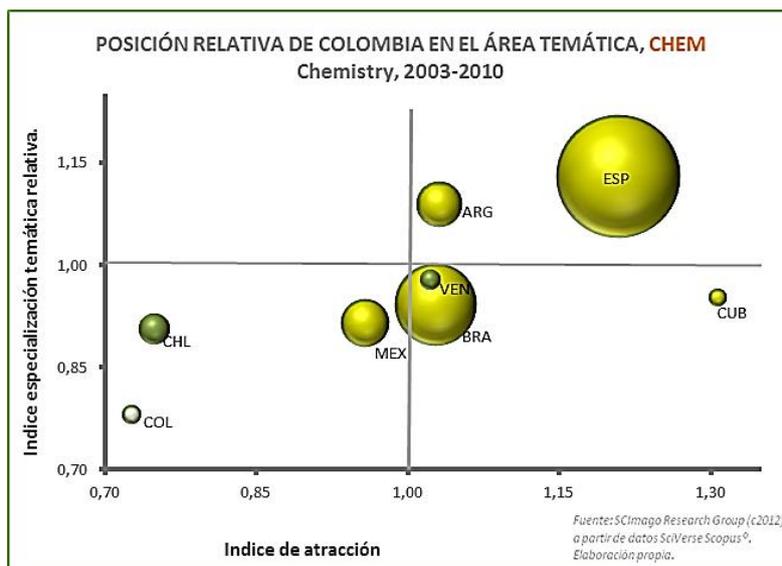


Figura 56. Posición relativa de Colombia en el área temática CHEM, 2003-2010

Dentro del grupo, Colombia ocupa los últimos lugares en todos los casos, como bien lo refleja su ubicación en el cuadrante inferior izquierdo, más un impacto relativo de apenas 0,63.

- **Computer Science - COMP**

Si se tiene en cuenta lo que representan las tecnologías de la información y la comunicación en el mundo actual, son curiosos los resultados que muestra la **Figura 57**, pues salvo España, los demás países están en el cuadrante inferior izquierdo, aunque obtienen un impacto muy cercano a la media mundial (entre el 0,89 de Venezuela y el 0,95 de Brasil), sin contar con que la sobrepasan Argentina y Chile, éste último con un 1.13. Claro que los resultados pueden obedecer justamente a la alta competencia que supone el área, donde se mueve investigación de punta. España, de nuevo, logra indicadores notables en todos los casos, incluyendo una producción de 28.106 documentos que aventaja con mucho la de Brasil con 9.816. Colombia apenas registra 647 documentos.

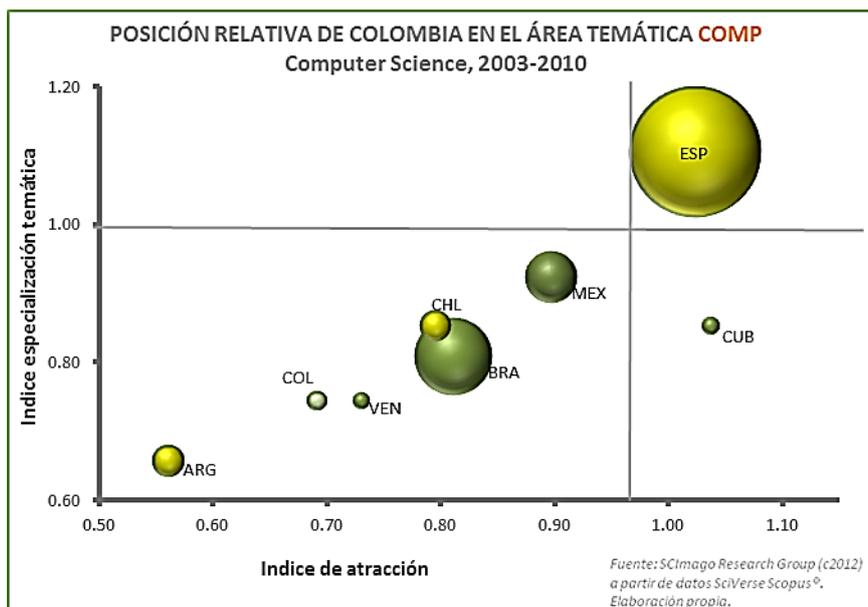


Figura 57. Posición relativa de Colombia en el área temática COMP, 2003-2010

La posición de Colombia dentro del conjunto es muy precaria: prácticamente exhibe los valores más bajos del conjunto, si no fuera por la ubicación de Argentina, que no obstante la supera en producción y ostenta un impacto relativo superior a la media mundial.

- **Decision Sciences - DEC**

La **Figura 58** muestra a DEC como un área en la que la mayoría de los países vuelven a descartarse en cuanto a impacto relativo se refiere, incluyendo a Colombia. No obstante, sólo tres países están en el cuadrante superior derecho, superando la media mundial en todos los indicadores, aunque el tamaño de su producción es bien disímil. Otro grupo de países -Brasil, México y Colombia- supera la media en cuanto al índice de atracción y se mueve en los linderos de la especialización temática. Lejos de todo ello vuelve a estar Argentina y también Cuba, en lo que parece ser un tema de menor interés.

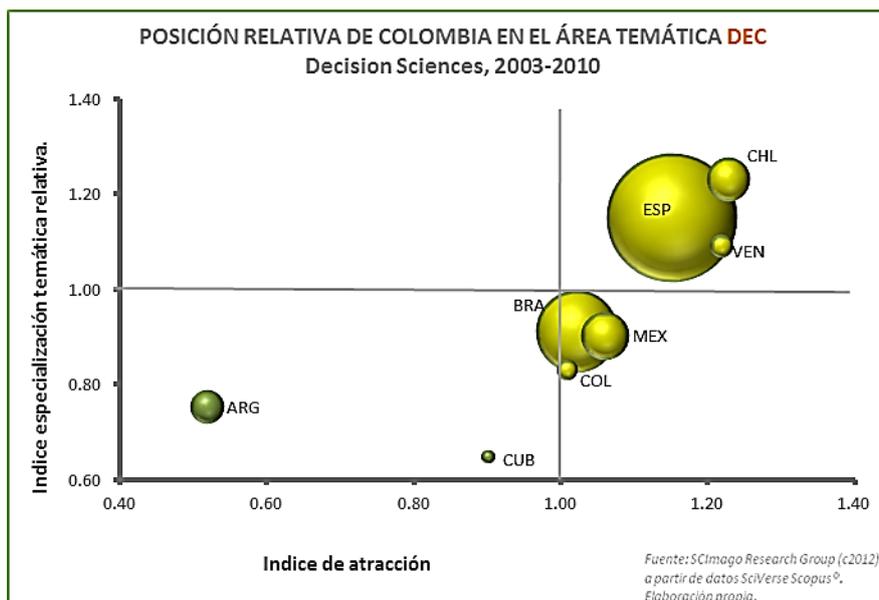


Figura 58. Posición relativa de Colombia en el área temática DEC, 2003-2010

A pesar de los resultados que muestra Colombia en la materia, es importante anotar que se trata de solo 75 documentos, mientras que España y Brasil cuentan con 2.972 y 1.171 respectivamente.

- **Dentistry - DEN**

Conforme lo representa la **Figura 59**, DEN es un área temática de variado comportamiento entre el grupo de países seleccionado. Brasil y Colombia decididamente se ubican en el cuadrante superior derecho, mientras Venezuela y Chile lo bordean. España, Argentina y México también se están aproximando, al tiempo que Cuba permanece lejos, sobre todo determinado por su índice de especialización temática que es de apenas 0,27. En cambio, Brasil ostenta un importante 1,70 en IET y un 1,76 en índice de atracción, que son especialmente significativos teniendo en cuenta un gran volumen de producción: 6.035 documentos. Solo le falta superar la media mundial en impacto relativo, sobre el que está próximo, pues reporta 0,92.

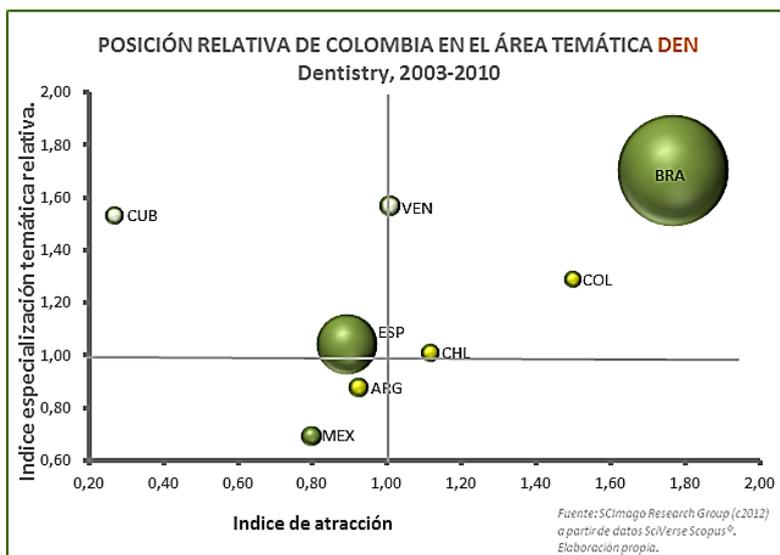


Figura 59. Posición relativa de Colombia en el área temática DEN, 2003-2010

Aunque la producción colombiana es la más pequeña del grupo, con apenas 144 documentos, puede verse cómo obtiene indicadores que superan la media mundial en especialización temática (1,29), índice de atracción (1,49) e impacto relativo (1,02).

- **Earth and Planetary Sciences - EAR**

De acuerdo con el volumen de producción que se aprecia en la **Figura 60**, puede decirse que el área EAR convoca a la mayoría de los países seleccionados. No siguen la misma pauta Venezuela, Colombia y Cuba con 632, 559 y 199 documentos respectivamente, mientras los demás están en el orden de los 4.880 y 17.790 documentos. Ésta última cifra, corresponde a España que, además, estaría por encima de la media mundial en todos los indicadores, si no fuera por el 0,97 de especialización temática. En cambio, Chile logra las mejores posiciones en esta área, superando de manera significativa la media mundial en todos los casos.

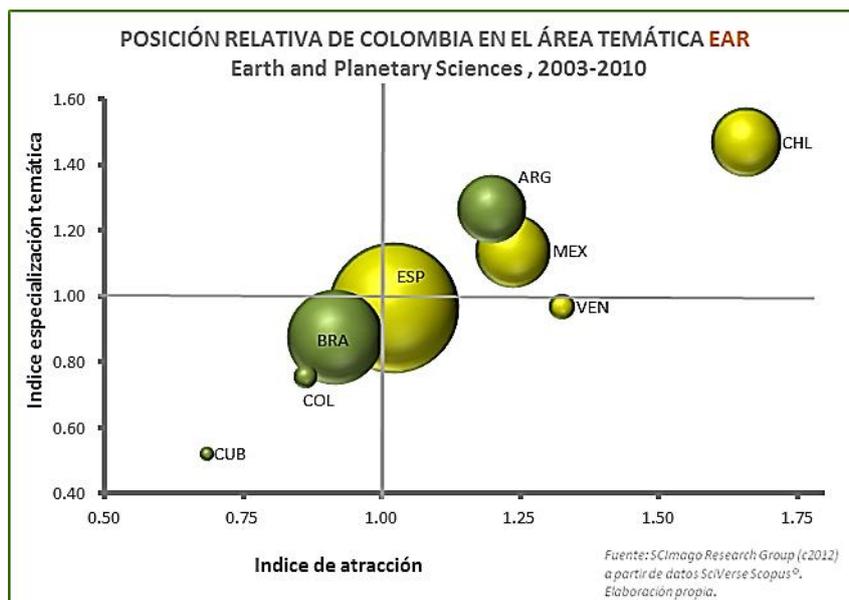


Figura 60. Posición relativa de Colombia en el área temática EAR, 2003-2010

Colombia sigue la tendencia de esta área, consiguiendo posiciones que se aproximan a la media mundial, a pesar de su poca producción en la materia y lo que ella debería significar como prioridad en un país reconocido por sus recursos naturales y donde existen programas y estrategias nacionales especialmente diseñados para impulsarla.

- **Economics, Econometrics and Finance - ECO**

El área temática ECO que se representa en la **Figura 61** supone un comportamiento variado en todos los indicadores para todos los países. España vuelve a distinguirse entre el grupo, desde el tamaño de su producción de 5.375 documentos hasta su impacto relativo que supera la media mundial con 1,10. No se ubica en el cuadrante superior derecho porque su índice de atracción es de 0,96. Chile y Colombia son sus vecinos inmediatos, por sus logros en IET e IA, pero difieren en su impacto relativo, pues mientras el primero se acerca a la media mundial con 0,97 Colombia está en los rangos inferiores con 0,53; no obstante, tiene el mayor índice de especialización de todo el grupo: 1,20. Argentina, por su parte, es el único país latinoamericano en tener un impacto relativo importante, a pesar de no conseguir tan buenos resultados en los demás indicadores.

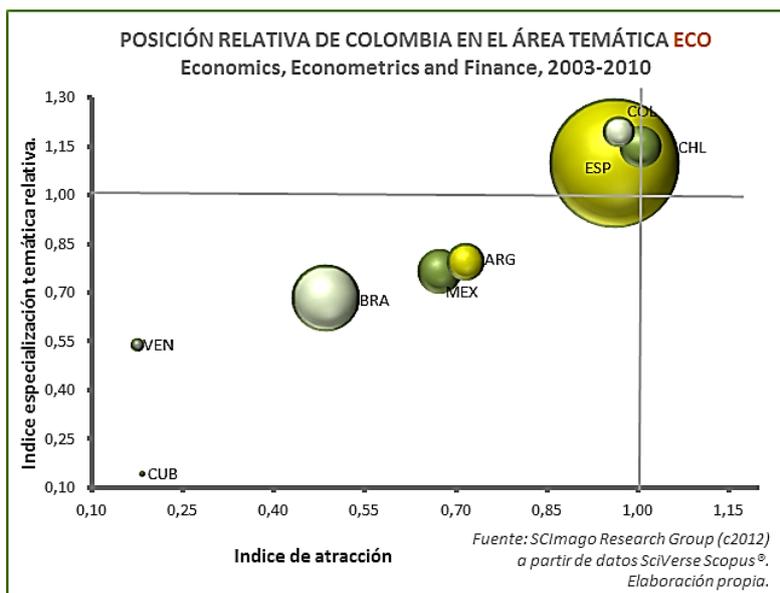


Figura 61. Posición relativa de Colombia en el área temática ECO, 2003-2010

Con apenas 314 documentos Colombia se destaca entre el grupo, excepto en lo que se refiere al impacto relativo de esta producción, que corresponde a un rango bajo.

- **Energy - ENER**

A diferencia de otras áreas, en el tema de *Energy*, México sobresale en todos los indicadores, salvo en el volumen de producción que es mayor en los casos de España y Brasil. Venezuela, con solo 235 documentos, también se ubica en el cuadrante superior derecho de la **Figura 62**, pero no logra un impacto relativo importante: solo 0,69. En cambio España, Argentina, Cuba y Chile sí superan la media mundial en este impacto, con cifras tan importantes como 1,57 para España y 1,30 para Chile; no obstante, el desempeño es desigual en los demás indicadores. España tiene la mayor producción seguida por la de Brasil, y Cuba la menor con apenas 75 documentos.

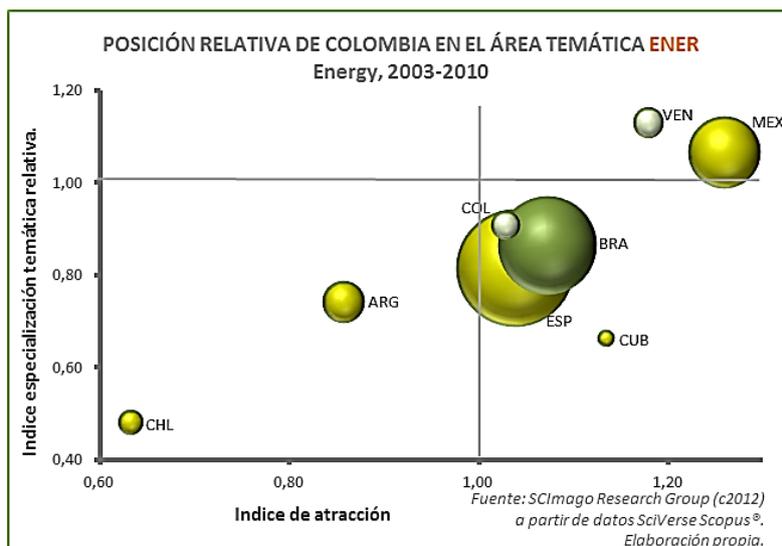


Figura 62. Posición relativa de Colombia en el área temática ENER, 2003-2010

Colombia, a pesar de contar con solo 205 documentos, está más cerca de las posiciones de España y Brasil, aunque su impacto relativo es de 0,72. Las cifras, sin embargo, no son satisfactorias, considerando que existe el *Programa Nacional de Energía y Minería*.

- **Engineering - ENG**

Como lo revela la **Figura 63**, el área de Engineering no ofrece un espacio en el cuadrante superior derecho para ninguno de los países seleccionados, a pesar de que cinco de ellos sí superan la media nacional en impacto relativo, con cifras tan destacadas como la de España con 1,59, la de Argentina con 1,32 y la de Chile con 1,28. México se queda en el límite en todos los indicadores, alcanzando, no obstante, la mejor posición de todos ellos, con 8.323 documentos.

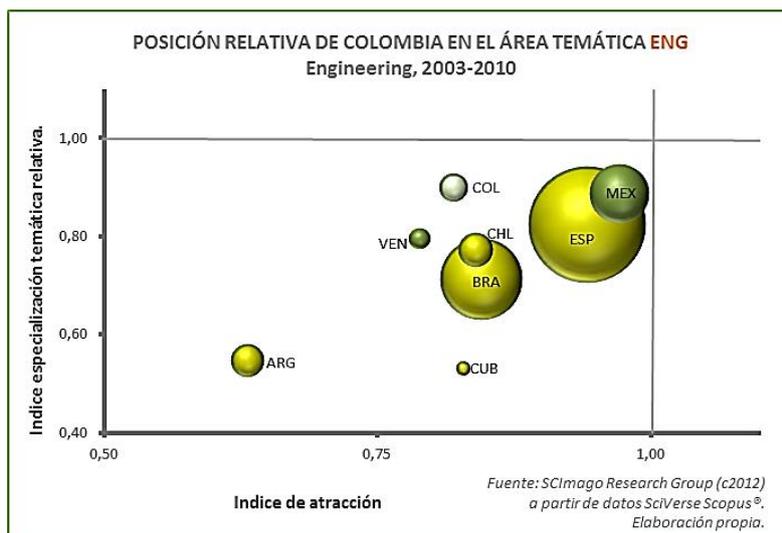


Figura 63. Posición relativa de Colombia en el área temática ENG, 2003-2010

En el área de ENG, Colombia supera la cifra de todos, en cuanto al IET, donde registra un 0,90, y obtiene un puntaje similar al del grupo con un 0,82 en IA; sin embargo, el impacto relativo, es el menor de todos, con apenas un 0,60.

- **Environmental Science - ENV**

El área temática ENV representa una fortaleza para los países seleccionados, según se observa en la **Figura 64**. Además de lo que significa en términos del volumen de producción, los indicadores son muy favorables para los cinco países situados en el cuadrante superior derecho, con México a la cabeza, aunque no supere la media mundial en impacto relativo, donde logra un 0,92, un poco menos que Brasil que obtiene un 0,95. El mejor resultado en este caso, es el de España, que ostenta un 1,44, seguido por Venezuela con 1,34 y Colombia, con 1,27.

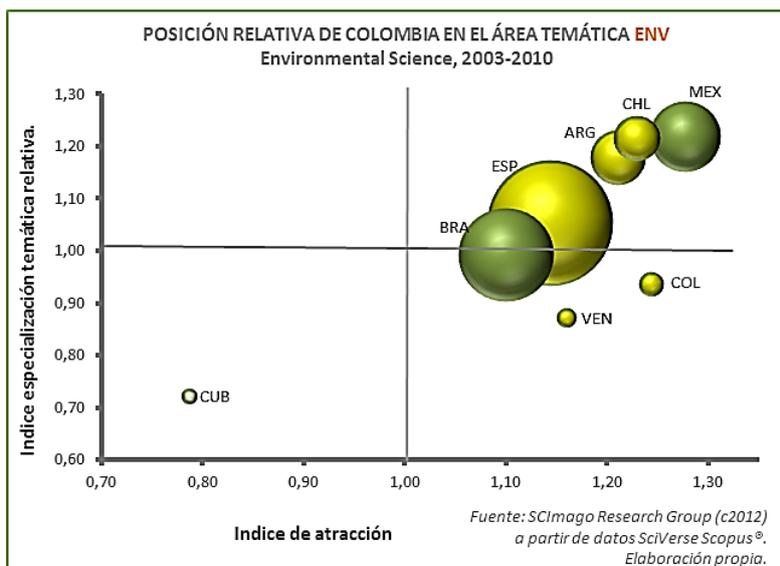


Figura 64. Posición relativa de Colombia en el área temática ENV, 2003-2010

Es escasa la producción científica de Colombia en el tema, en comparación con el grupo referente y respecto a la importancia estratégica que reviste *Environmental Science* en el mundo actual y como *Programa Nacional de Ciencia y Tecnología*. Si bien su impacto relativo es destacable, el trabajo en esta área debería asemejarse más a los países mejor situados en la Figura.

- **General - GRAL.**

General es un área importante, en la medida en que corresponde a las publicaciones multidisciplinarias de mayor prestigio en la comunicación científica, tales como *Nature*; *Science*; e *Interciencia*, y otras más del ámbito internacional, pero también del colombiano, como *Universitas Scientiarum*. En este caso, solo Venezuela logra ponerse en un lugar destacado de la **Figura 65**, muy lejos del resto del grupo, que se ubica en el cuadrante inferior izquierdo; sin embargo el impacto relativo de Venezuela es el menor de todos pues solo alcanza el 0,27. España, con el mayor número de trabajos, sobresale con un impacto relativo de 1,44, mientras Chile lo hace con 1,19.

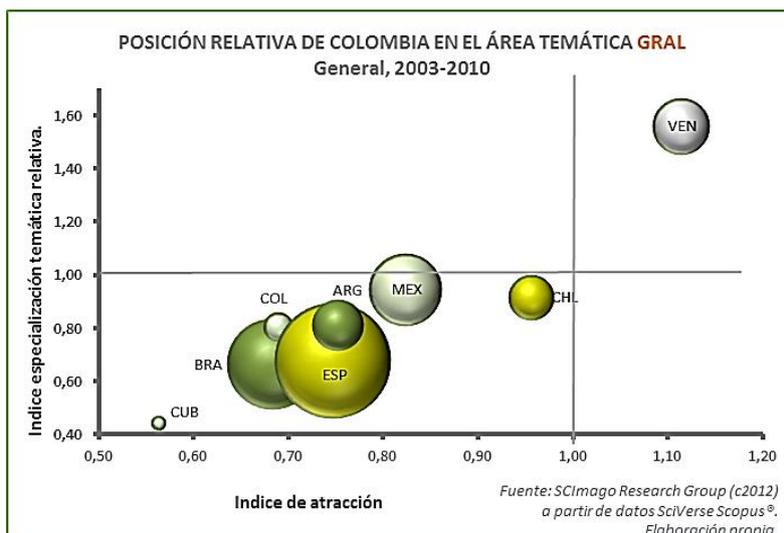


Figura 65. Posición relativa de Colombia en el área temática GRAL, 2003-2010

Colombia no cuenta sino con 124 documentos en esta área, sobre los cuales tiene indicadores similares a la mayoría del grupo, aunque en impacto relativo ocupa el penúltimo lugar con un 0,55.

- **Health Professions - HEAL**

La Figura 66 permite observar cómo HEAL es para Cuba el área que corresponde a su especialización temática, con un índice de 1,71; sin embargo, su impacto relativo está en la escala más baja, con 0,04. Chile, por su parte, consigue un impresionante 2,26 con apenas 64 documentos, aunque esto no representa buenos resultados en los demás indicadores. En general, la producción científica aquí es pequeña en comparación con otras áreas: Venezuela tiene solo 20 trabajos, Chile 64 y Colombia 532. Por su parte, España aporta 2.069 documentos y Brasil 1.887, pero es éste el que se destaca, al superar la media mundial en IET, aunque su impacto relativo también se ubica en la escala más baja.

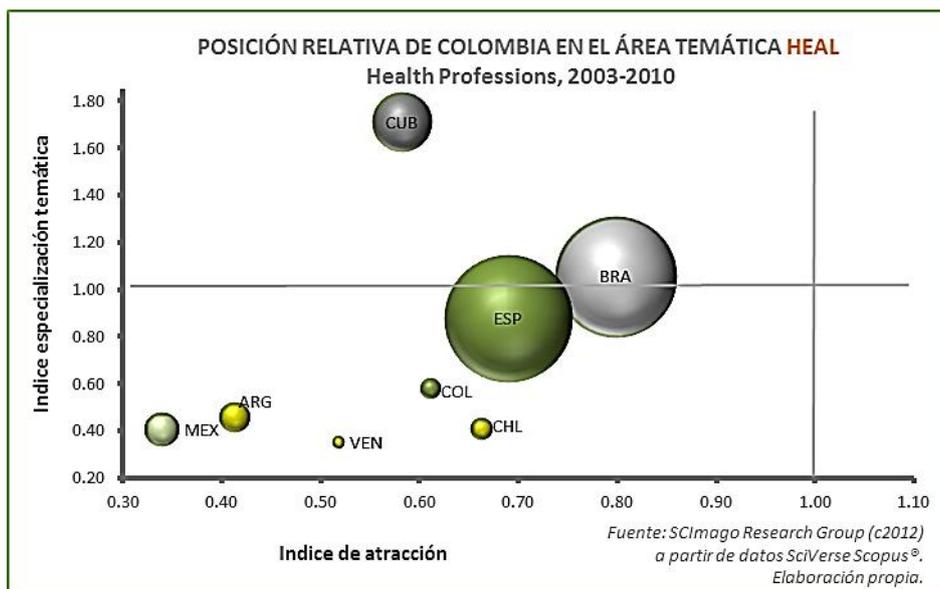


Figura 66. Posición relativa de Colombia en el área temática HEAL, 2003-2010

El tema de HEAL no está entre las fortalezas de Colombia; por el contrario, los indicadores reflejan un comportamiento regular, que apenas tiene visos positivos en el impacto relativo, con un 0,80. Aun así, la posición supera los casos de México, Argentina y Venezuela, excepto por el IR del segundo.

- **Immunology and Microbiology - IMMU**

Como se observa en la **Figura 67**, IMMU resulta ser un área temática de común interés para los países seleccionados, si se tiene en cuenta la ubicación del grupo en el cuadrante superior derecho. Chile, se ubica aparte del grupo; sin embargo, tiene sus indicadores no son tan bajos y de todas maneras alcanza la media mundial en impacto relativo. Lo contrario le sucede a Cuba, que se ubica en el mejor sitio por sus resultados en IET e IA, pero su impacto relativo es de apenas 0,44.

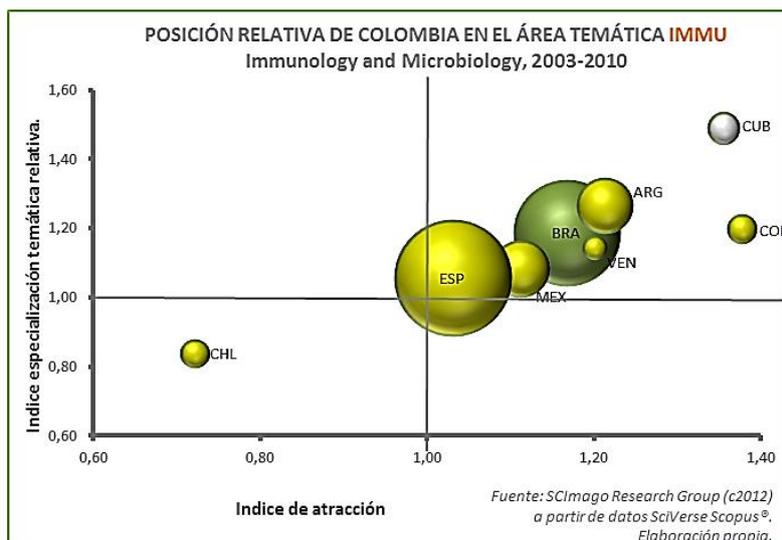


Figura 67. Posición relativa de Colombia en el área temática IMM, 2003-2010

Sin duda, IMM es una de las áreas que distinguen a Colombia en la investigación internacional. En este caso, todos los indicadores superan la media mundial y hacen que inclusive demuestre mejores resultados que la mayoría del grupo, con excepción del número de documentos, que lo ponen en el quinto lugar entre los países representados, con 1.037 documentos.

- **Materials Science - MAT**

De acuerdo con la **Figura 68**, el área MAT es característica especial para México, el único país que logra ubicarse en el cuadrante superior derecho, aunque con un impacto relativo que no alcanza la media mundial, si bien se aproxima bastante a ella. En cambio, España logra un importante 1,50 en este indicador, con 19.608 documentos, la mayor producción dentro del grupo, seguida por Brasil con 13.050. Argentina, con apenas 3.174 documentos, es el otro país que sobresale con su IR y buenos resultados en IET e IA. Cuba y Venezuela también sobrepasan la media mundial en IA.

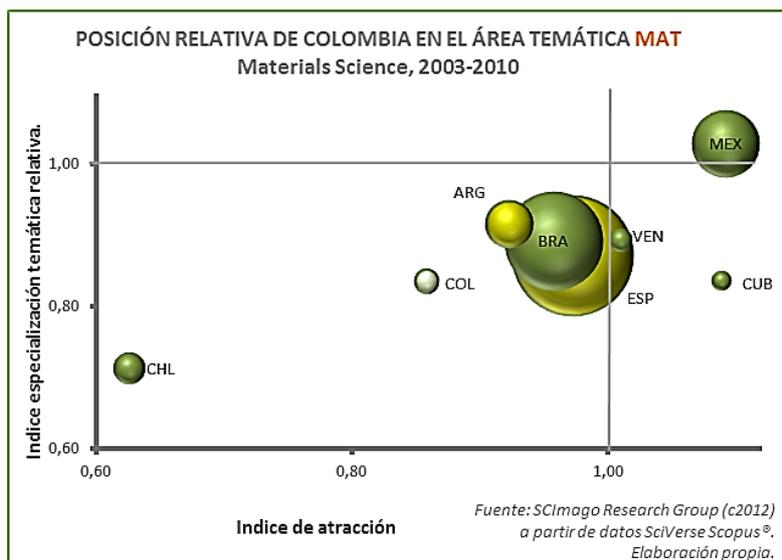


Figura 68. Posición relativa de Colombia en el área temática MAT, 2003-2010

Colombia presenta aquí una producción de 878 documentos, un poco más que Venezuela y Cuba; sin embargo, no obtiene como ellos los valores de impacto que los distinguen, excepto el IET de 0,84 que comparte con Cuba. Respecto a Chile, sus resultados sí son buenos, considerando los 1.326 documentos de este país.

- **Mathematics - MATH**

Conforme lo representa la **Figura 69**, el área de *Mathematics* constituye una fortaleza para los países seleccionados. En esta oportunidad, Chile se destaca con las cifras más altas del grupo en cuanto a IET e IA. Su importante impacto relativo de 1,32 es superado por Argentina, con 1,48 y España, con 1,37. Brasil, por su parte, obtiene un 1,25, aunque MATH no logra ser su área de especialización temática.

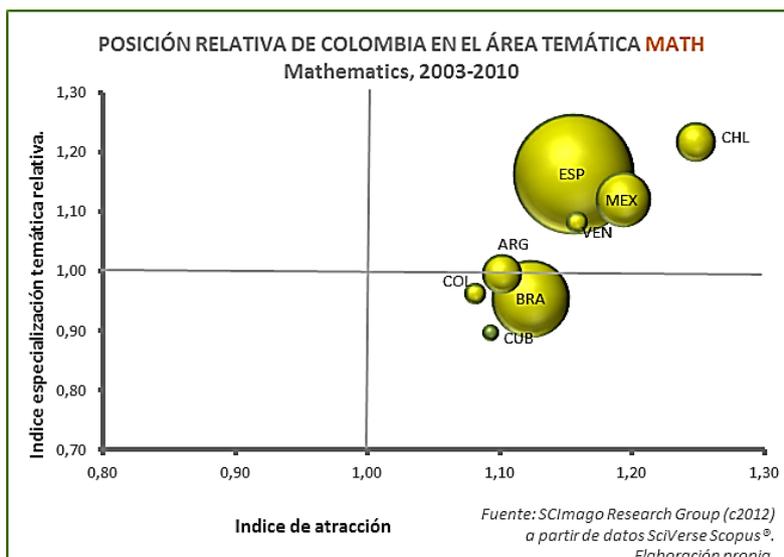


Figura 69. Posición relativa de Colombia en el área temática MATH, 2003-2010

Del conjunto, Colombia es el antepenúltimo país en producción científica en el área MATH, pero los pocos 927 documentos que registra aquí, le permiten una buena ubicación dentro del grupo. Su IET de 0,96 le impidió ubicarse de lleno dentro del cuadrante superior derecho.

- **Medicine - MED**

Para empezar, hay que recordar aquí, el peso que tiene la producción científica en MED, como tendencia del mundo y amplia representación en la base de datos *SciVerse Scopus®*. Por tanto, es el área más competitiva y en la que mayor número de documentos reportan los países. España, por ejemplo, cuenta con 119.367, Brasil 70.935, México 18.718 y Argentina 12.709. Pero sólo España y Argentina superan la media mundial en impacto relativo, con 1,04 y 1,13 respectivamente. Sin embargo, logra ser un área de especialización temática para Brasil, Colombia, España y, en especial, para Cuba, pese a lo cual su IR solo alcanza un 0,29.

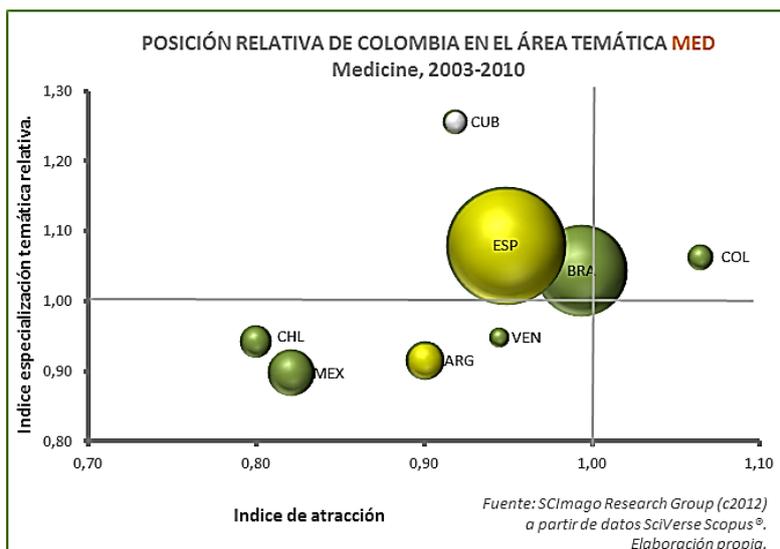


Figura 70. Posición relativa de Colombia en el área temática MED, 2003-2010

Dado lo anterior, es muy importante la posición que logra Colombia al ser el único del grupo en situarse en el cuadrante superior derecho de la **Figura 70**. Es lamentable, sin embargo, que su impacto relativo sea de solo 0,76.

- **Neuroscience - NEU**

En el área de Neuroscience que ilustra la **Figura 71**, prácticamente todos los países sobresalen por su impacto relativo, que superan la media mundial en valores que van desde el 1,09 de Cuba y el 1,49 de España. Se destaca el 1,44 de Venezuela y el 1,31 de Colombia. Brasil y México, que tienen la mayor producción del grupo, después de España no consiguen acercarse, pues apenas llegan al 0,77 y 0,81 respectivamente, a pesar de constituir para ellos un área de especialización temática superior a la media mundial. Cuba, entretanto, los supera a todos en índice de atracción.

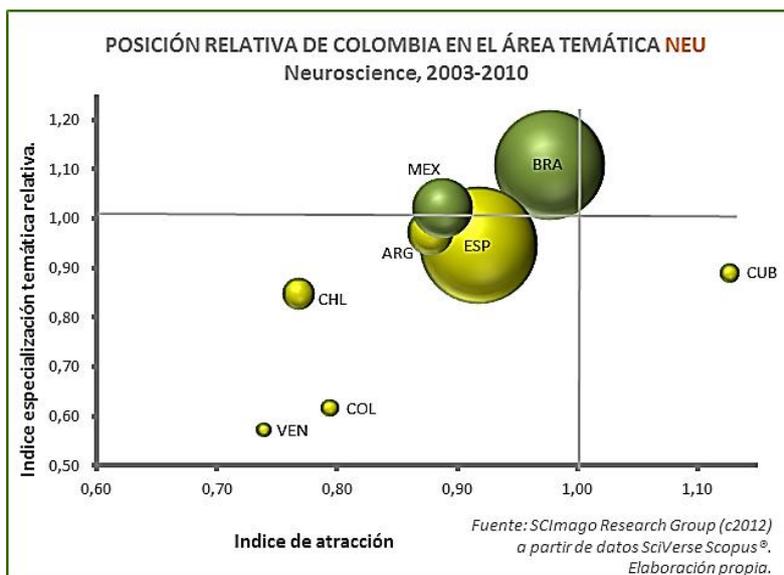


Figura 71. Posición relativa de Colombia en el área temática NEU, 2003-2010

Pese a los escasos 176 documentos de Colombia en el tema y a sus también escasos resultados en especialización temática e índice de atracción, este país obtiene un índice de impacto sobresaliente dentro del grupo.

- **Nursing - NUR**

Según lo muestra la **Figura 72**, el área de *Nursing* arroja resultados muy variados dentro del grupo. En primer lugar, el tamaño de producción es pequeño, siendo Brasil el mayor productor con 3.635 documentos, seguido por España con 3.534. Luego, todos los demás están entre los 290 documentos de Chile y los 99 de Cuba. Para Brasil y Venezuela NUR constituye un área de especialización temática, y sólo el primero alcanza un IA al nivel de la media mundial. Sin embargo, son México y Argentina los únicos que pueden distinguirse con un impacto relativo de 1,27 y 2,37 respectivamente. Notable este resultado de Argentina.

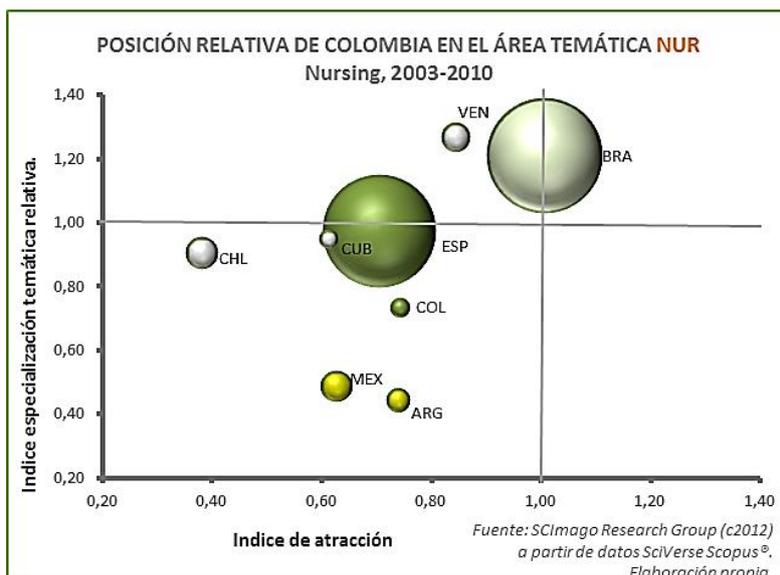


Figura 72. Posición relativa de Colombia en el área temática NUR, 2003-2010

Colombia, aquí presenta un desempeño regular. Teniendo en cuenta que sólo aporta 104 documentos, sus indicadores de IET e IA son de 0,74, mientras que el IR es de 0,76, el mismo que logra España con sus 3.534 trabajos.

- **Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics - PHAR**

El área de PHAR que ilustra la **Figura 73**, muestra un grupo de países que en su mayoría coinciden en el centro, aunque claramente se destaca Brasil en el cuadrante superior derecho, con un gran tamaño de producción e indicadores que superan la media mundial en IET e IA; no así en impacto relativo, aunque se acerca con un 0,96. Pese a que Cuba consigue la posición más privilegiada del grupo, su impacto relativo es el menor con 0,62. En cambio, España, Chile y Argentina, logran los máximos valores en este indicador, que les permite superar la media mundial en un 33, 23 y .02% respectivamente.

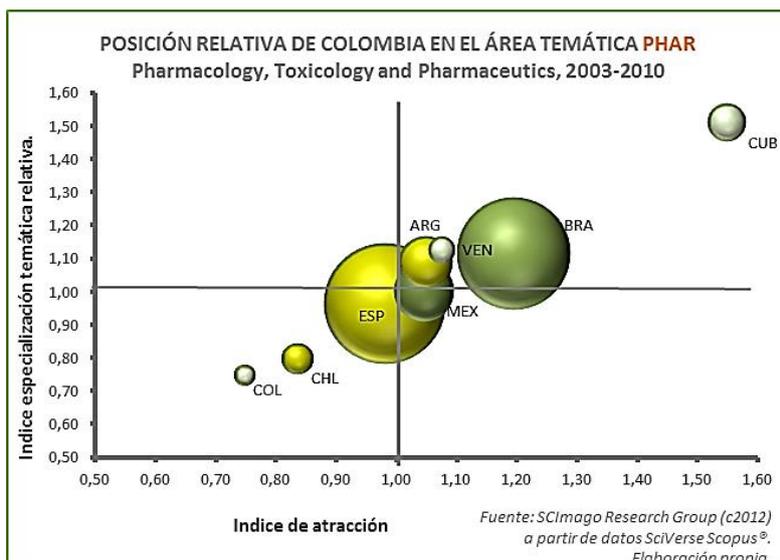


Figura 73. Posición relativa de Colombia en el área temática PHAR, 2003-2010

En esta área, Colombia vuelve a tener un desempeño medio bajo con 0,75 en IET e IA, mientras su impacto relativo es de 0,72, con apenas 298 documentos, la menor producción de todos los países seleccionados.

- **Physics and Astronomy - PHY**

De acuerdo con la **Figura 74**, *Physics and Astronomy* es un área de especial importancia para la mayoría de los países seleccionados, en tanto ciencia básica fundamental. Lo significativo son los valores de impacto relativo que logran, pues si no corresponden a la media mundial, la superan en un 56% como el caso de España, que cuenta con la mayor producción: 34.857 documentos. México, además, consigue la mejor ubicación en el cuadrante superior derecho, donde también lo acompaña Argentina, aunque con cifras menores.

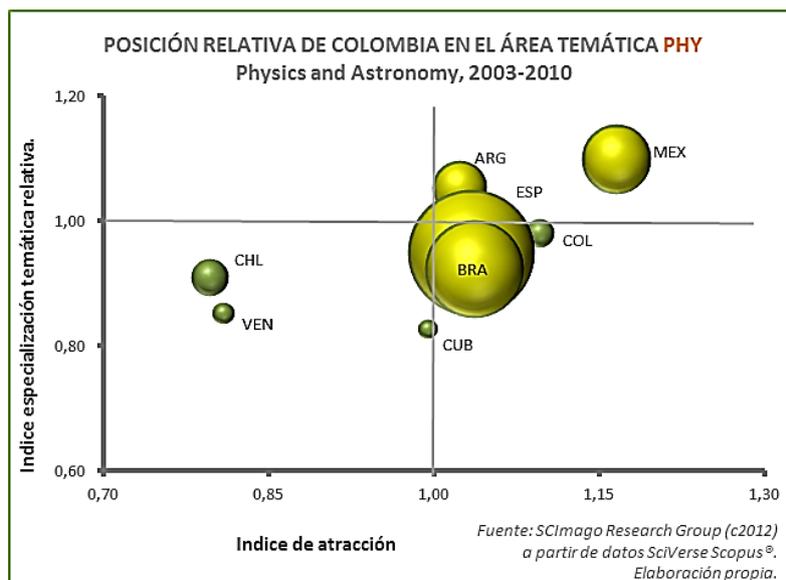


Figura 74. Posición relativa de Colombia en el área temática PHY, 2003-2010

En el caso de *Physics and Astronomy*, Colombia obtiene el sexto lugar de producción con 1.784 trabajos, que le permiten situarse entre las tendencias favorables del grupo mayoritario y aún superarlo en el índice de atracción.

- **Psychology - PSY**

De acuerdo con la **Figura 75**, Psychology es un área menor para el conjunto de los países seleccionados. Sólo supera la media mundial de especialización temática en los casos de España (1,01) y Colombia (1.18); y se acercan Chile (0.95) y Brasil (0,93). A pesar de esto, los demás indicadores son, por lo general, muy bajos y solo se podría subrayar el 0,87 de impacto relativo de España.

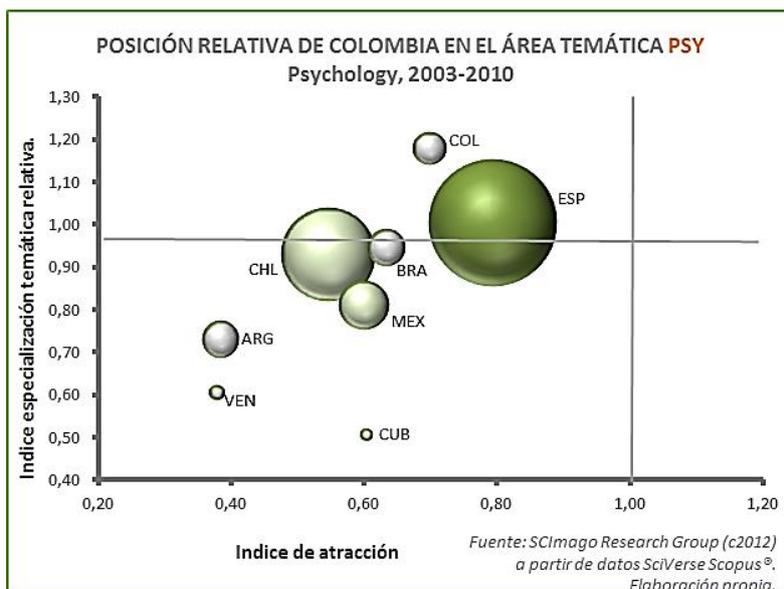


Figura 75. Posición relativa de Colombia en el área temática PSY, 2003-2010

En el caso colombiano, PSY es apenas el sexto productor del grupo, con 393 documentos. Esta cifra, le permite sin embargo, un índice de especialización temática importante, que desafortunadamente no se corresponde con el 0,28 de impacto relativo, la cifra más baja dentro del conjunto.

- **Social Sciences - SOC**

Social Sciences tampoco es un área de especial interés para el grupo de países seleccionado. Al menos, así lo refleja la **Figura 76**, donde, salvo Venezuela, todos se ubican en el cuadrante inferior izquierdo. En cuanto al tamaño de la producción, Brasil ocupa el primer lugar, seguido por España, que no obstante tiene menos de la mitad que aquel. Venezuela es el único que alcanza la media mundial en especialización temática, Colombia consigue el IA más alto (0,89) y España lo hace con el impacto relativo (0,94).

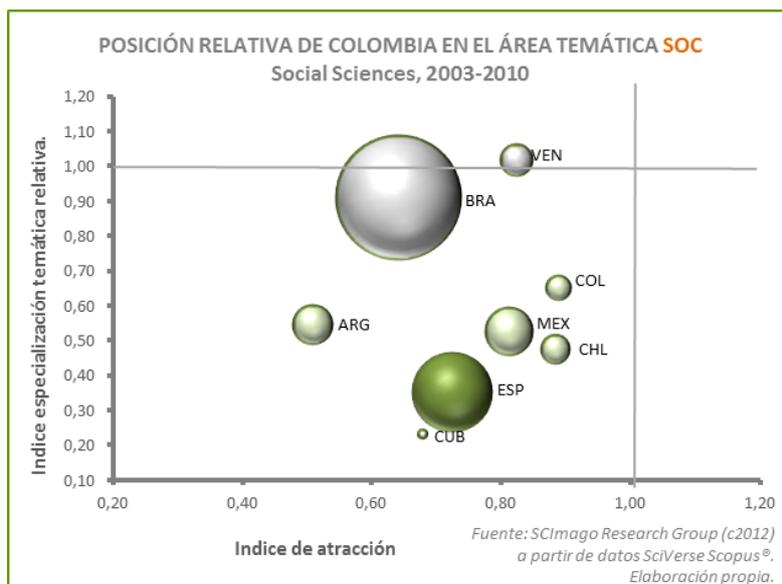


Figura 76. Posición relativa de Colombia en el área temática SOC, 2003-2010

Considerando la posición relativa de Colombia en el área SOC, puede decirse que es destacable, pues aunque es superada por Brasil y Venezuela como especialización temática, logra un poco más que ellos en impacto relativo. Esto, teniendo presente que su producción científica es la penúltima, con apenas 341 documentos.

- **Veterinary - VET**

Para finalizar, el área de Veterinary representado en la Figura 77, muestra una situación más favorable que la anterior, pues la mayoría de los países se sitúan en el cuadrante superior derecho. Argentina y España son los únicos en sobresalir por su impacto relativo, pero más España, con su 1.60.

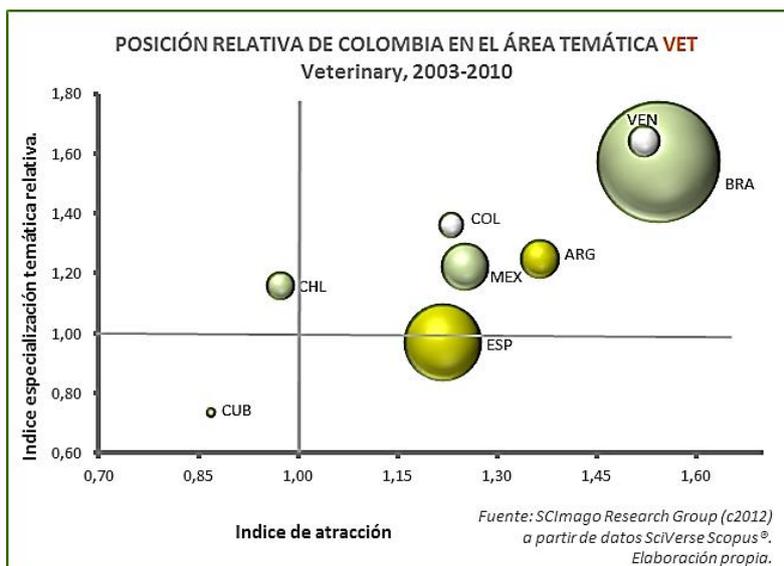


Figura 77. Posición relativa de Colombia en el área temática VET, 2003-2010

Pese a su poca producción, *Veterinary* representa para Colombia un área de especialización temática, pues supera la media mundial. Sin embargo, en términos de impacto, sus resultados están entre los más bajos del grupo.

4.3.10. Indicadores básicos por área temática

Una mirada de conjunto sobre los indicadores básicos por área temática, es facilitada por la **Tabla 13**.

El mayor esfuerzo investigador (mayor proporción de documentos publicados) lo hacen, en su orden, *Medicine*, *Agricultural*, *Biochemistry*, *Engineering*, *Physics* e *Immunology*, que cuentan con más de mil documentos durante el período. De ellos, *Medicine* alcanza la máxima cifra, a considerable distancia de las demás.

Cuatro de estas seis áreas obtienen más de diez mil citas durante los ocho años: *Medicine*; *Agricultural*; *Biochemistry*; e *Immunology*. Pero la mejor relación de citas por documento la tienen *General*; *Neuroscience*; e *Immunology*, que superan el umbral de las diez. No obstante, la mayor proporción de documentos citados, esto es, que superan el 70%, está en las áreas: *Immunology*, *Biochemistry*, *Environmental*, *Chemistry* y *General*.

Cinco áreas consiguen una citación normalizada destacada, aunque levemente superior al mundo: *Immunology; Environmental; Neuroscience; General; y Dentistry*, siendo ésta la de mayor visibilidad (1.16). Estos resultados se corresponden parcialmente con las áreas que publican más de un 40% de su producción en revistas Q1: *Immunology, Environmental Neuroscience; General; y Dentistry*; pero también: *Materials; Chemical; y Earth*.

El grupo de áreas que consigue que, por lo menos, un 10% de su producción sea de Excelencia, son: *Environmental; Earth; Energy; Neuroscience, Dentistry; General; Decision Science y Health*. Muchas de ellas también se destacan en impacto normalizado y publicaciones en revistas Q1, como ya se ha visto, pero otras apenas sobresalen con este indicador: *Decision Science y Health*, al parecer, debido a las altas tasas de colaboración internacional que tienen.

Pero el grupo más selecto, conformado por las áreas que reúnen el máximo puntaje en proporción de documentos de excelencia con liderazgo, lo cumplen en su orden: *Energy; Dentistry; Chemical Engineering; Engineering; y Decision Science*. Esto, respecto al contexto del país, porque obviamente se trata de dígitos muy bajos.

A la vez, cuatro áreas se destacan por sus puntajes en tres indicadores de calidad importantes: Citación Normalizada, Porcentaje de revistas en Q1 y % de Excelencia; ellas son: *Environment; Neuroscience; Dentistry; General*: en ellas están las principales fortalezas de la producción científica colombiana.

Áreas que sobresalen por un solo indicador son: *Chemistry y Pharm*, con 71,32% y 70,81% de documentos citados, respectivamente; *Materials* con más de la mitad de su producción en revistas Q1; *Computer Science*, con el 63,52% de colaboración internacional; y *Social Sciences; Psychology; Veterinary; Economics; Arts and Humanities; y Bussiness* por sus porcentaje en Liderazgo.

No sobresalen en ningún indicador: *Mathematics; y Nursing*.

Subject Area	Output	Cites	Cites per document	% Cited documents	% International Collaboration	Normalized Citation	% Output in Q1	Excellence	% Excellence	Leadership	% Leadership	Excellence with Leadership	% Excellence with Leadership
Medicine	5554	29265	5,27	53,3	38,08	0,79	28,54	401	7,22	4108	73,96	107	1,93
Agricultural and Biological Sciences	3328	15155	4,55	59,52	56,88	0,72	32,06	219	6,58	2049	61,57	67	2,01
Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	1983	13169	6,64	73,78	54,82	0,58	20,32	85	4,29	1220	61,52	22	1,11
Engineering	1818	3645	2	37,19	47,52	0,73	27,01	150	8,25	1388	76,35	81	4,46
Physics and Astronomy	1784	9171	5,14	64,63	69,51	0,92	39,29	150	8,41	923	51,74	28	1,57
Immunology and Microbiology	1037	11928	11,5	81,68	64,9	1,02	41,47	100	9,64	587	56,61	37	3,57
Chemistry	931	4846	5,21	71,32	55,53	0,6	26,1	41	4,4	643	69,07	23	2,47
Mathematics	927	2676	2,89	53,07	61,6	0,79	31,61	75	8,09	551	59,44	36	3,88
Materials Science	878	3254	3,71	65,95	63,9	0,71	51,59	59	6,72	581	66,17	31	3,53
Social Sciences	782	1121	1,43	26,98	35,04	0,54	25,19	51	6,52	618	79,03	17	2,17
Chemical Engineering	729	3280	4,5	59,95	51,44	0,89	45,13	68	9,33	504	69,14	35	4,8
Environmental Science	717	6610	9,22	74,48	77,96	1,09	66,53	82	11,44	319	44,49	12	1,67
Computer Science	647	1582	2,45	49,92	63,52	0,77	17	52	8,04	404	62,44	21	3,25
Earth and Planetary Sciences	559	3489	6,24	66,01	73,7	0,97	43,65	56	10,02	276	49,37	12	2,15
Psychology	393	649	1,65	43,26	32,57	0,25	8,4	3	0,76	321	81,68	0	0
Veterinary	341	587	1,72	34,6	36,36	0,5	15,25	16	4,69	263	77,13	4	1,17
Economics, Econometrics and Finance	314	624	1,99	35,35	34,39	0,48	22,61	17	5,41	243	77,39	6	1,91
Arts and Humanities	305	62	0,2	11,47	22,3	0,19	9,84	4	1,31	274	89,84	2	0,66
Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	298	1543	5,18	70,81	60,4	0,83	32,89	24	8,05	177	59,4	8	2,68
Business, Management and Accounting	254	297	1,17	27,95	45,28	0,41	17,72	10	3,94	183	72,05	5	1,97
Energy	205	702	3,42	53,17	50,24	0,83	47,8	21	10,24	144	70,24	13	6,34
Neuroscience	176	2297	13,05	87,5	73,3	1,01	43,18	21	11,93	79	44,89	2	1,14
Dentistry	144	902	6,26	68,75	49,31	1,16	40,28	20	13,89	91	63,19	7	4,86
General	124	1950	15,73	50	58,87	1,09	42,74	21	16,94	72	58,06	0	0
Nursing	104	389	3,74	54,81	43,27	0,94	28,85	8	7,69	78	75	3	2,88
Decision Sciences	75	348	4,64	62,67	69,33	0,72	60	8	10,67	40	53,33	3	4
Health Professions	52	263	5,06	53,85	61,54	0,92	50	6	11,54	32	61,54	2	3,85

Fuente: SCImago Research Group (2012) a partir de datos SciVerse Scopus®. Elaboración propia

Tabla 13. Indicadores básicos de la producción científica por áreas temáticas SciVerse Scopus®. Colombia, 2003-2010

colaboración internacional y a las fuentes de publicación utilizadas (apartado 4.2.5), que son principalmente nacionales.

A la luz de los Programas Nacionales de CT+I, Áreas Estratégicas y los Centros de Excelencia, que se presentan en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, los resultados de las áreas no necesariamente revelan los propósitos que se tienen con estas iniciativas; excepto en el caso de ENV, que en efecto es de talla internacional, aunque todavía muy cercano al umbral del mundo. Lo mismo aplica para IMMU. Gracias a estas dos áreas es posible prever un buen desempeño de los programas y centros relacionados, pero por el momento continúan con un gran trabajo por hacer.

PROGRAMAS NACIONALES	ÁREAS ESTRATÉGICAS	CENTROS DE EXCELENCIA	ÁREAS SCOPUS	CATEGORIAS SCOPUS
<i>Ambitos de preocupaciones científicas y tecnológicas y espacios de interacción entre el Estado, los investigadores y el sector productivo y empresarial (Colombia. Ministerio de Gobierno, 1991)</i>	<i>Aquellas que permiten mejorar la competitividad social y productiva del país.</i>			
Biotecnología	Biodiversidad y Recursos Genéticos	Centro de Investigación y Estudios en Biodiversidad y Recursos Genéticos - Ciebreg	BIO ENV	
Ciencia y Tecnologías Agropecuarias	Biotecnología e Innovación Agroalimentaria y Agroindustrial	Centro Nacional de Investigaciones para la Agroindustrialización de Especies Vegetales Aromáticas Medicinales Tropicales - Cenivam	AGR	
Ciencias del Medio Ambiente y del Hábitat		Centro Colombiano de Genómica y Bioinformática de Ambientes Extremos - Gebix	ENV EAR	
Ciencia y Tecnología del Mar			EAR	Oceanography
Ciencia y Tecnología de la Salud	Enfermedades Infecciosas Prevalentes en Áreas Tropicales	Centro Colombiano de Investigación en Tuberculosis - CCITB	DEN HEAL IMMU NEU NUR PHAR MED VET	
Ciencias Básicas	Modelamiento y Simulación de Fenómenos y Procesos Complejos	Centro de Estudios Interdisciplinarios Básicos y Aplicados - Ceiba	BIO CHEM MAT PHY MATH EAR	
Electrónica, Telecomunicaciones e Informática	Tecnologías de la Información y la Comunicación	Alianza Regional en TIC Aplicadas - Artica	COMP	
	Materiales Avanzados y Nanotecnología	Centro de Excelencia en Nuevos Materiales - CENM	MAT	
Ciencias de la Energía y Minería	Desarrollo Energético		ENER	
Ciencias Sociales y Humanas	Cultura, Instituciones y Gestión de Conflictos y Desarrollo Local	Centro de Investigación de Excelencia en el Área de las Ciencias Sociales - Odecofi (Observatorio para el Desarrollo, la Convivencia y el Fortalecimiento Institucional)	ART SOC PSY	
Estudios Científicos de la Educación			SOC	Education
Programa de Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad				

Tabla 14. Programas Nacionales, Áreas Estratégicas y Centros de Excelencia respecto a Áreas y Categorías Scopus

Fuente: SciVerse Scopus, Colciencias. Elaboración propia

Ciencias de los Materiales, por ejemplo, no arroja indicadores especialmente significativos (excepto en que más del 50% de su producción se publica en revistas Q1). Tampoco lo hacen las Ciencias Sociales ni Artes y Humanidades, con 0,54 y 0,19

en impacto normalizado, respectivamente. En particular, los estudios científicos de la educación, apenas reportan 66 documentos y un impacto normalizado de 0,42.

Ciencia y Tecnología del Mar, podría observarse de acuerdo con las categorías que comprende EAR; como lo son *Oceanography*, que, alcanza un 0,68 de impacto normalizado a partir de 82 documentos, y *Ocean Engineering* que con 17 documentos consigue un impacto normalizado de 2,69. Éste indicador sí da cuenta de una correspondencia entre el valor estratégico que se le otorga y su presencia en el mundo científico.

El área COMP logra una importante colaboración, pero sus resultados no reflejan su rol estratégico; también hay que tener en cuenta que constituye un tema muy competitivo y de gran dinámica mundial.

En cuanto a la Ciencia y la Tecnología de la Salud, son varias las áreas temáticas Scopus que comprende. De ellas se destacan DEN, IMMU y NEU por su impacto normalizado, y MED por su volumen de producción.

AGR todavía no tiene un desempeño acorde con su condición de programa estratégico (0,79 de citación normalizada) y apenas logra destacarse por su volumen de producción total. ENER sí alcanza notoriedad con el 6,34% de su producción en el selecto indicador de excelencia liderada, el máximo de todas las áreas del país; sin embargo, su citación normalizada solo llega al 0,84.

4.4. ANÁLISIS SECTORIAL

El análisis sectorial busca conocer la participación de los sectores institucionales en la dinámica de la ciencia mundial, partiendo del principio que todos ellos deben contribuir en el propósito de fortalecer el sistema nacional de ciencia y tecnología al que pertenecen. Esta participación ocurre en diferentes etapas del proceso, en distintas proporciones y en diversas modalidades: desde el principio, los sectores aportan con recursos humanos y financieros, y al final, también es posible distinguir su presencia en la producción científica y analizarla desde su perspectiva.

En términos de **inversión en I+D**, la experiencia de los países más desarrollados, indica que el sector privado es el más llamado a realizar la mayor contribución. Así, por ejemplo, lo demuestra la **Figura 78**, que revela cómo en Estados Unidos las empresas contribuyeron en 2009 a financiar el 68% de la inversión en I+D que hace el país, mientras que el gobierno asume el resto, con excepción de un pequeño porcentaje a cargo de las organizaciones privadas sin fines de lucro - OPSFL. Llama la atención cómo la educación superior no participa en esta financiación y tampoco existe un aporte extranjero, aunque esto último resulta más obvio. Un modelo similar lo tiene Brasil, donde la inversión en I+D es prácticamente asumida por el gobierno y la empresa privada. El modelo de Colombia es más parecido al chileno, en el sentido de que hay una participación activa de todos los sectores, aunque en diferentes proporciones: en Colombia el porcentaje de participación del gobierno es mucho mayor, como también lo es la contribución que hace la educación superior; de hecho, en comparación con los demás países, la educación superior colombiana sobresale por su alta tasa de participación a la inversión en I+D con casi un 21%, cuando el promedio en la región es del 3,35%. En cuanto a la contribución gubernamental, sólo Argentina y Cuba reportan los mayores porcentajes, con cifras que superan el 73%. Esto incide en los resultados de Latinoamérica, que revelan cómo la inversión en I+D recae principalmente, y de manera proporcional, en los sectores empresarial y gubernamental.

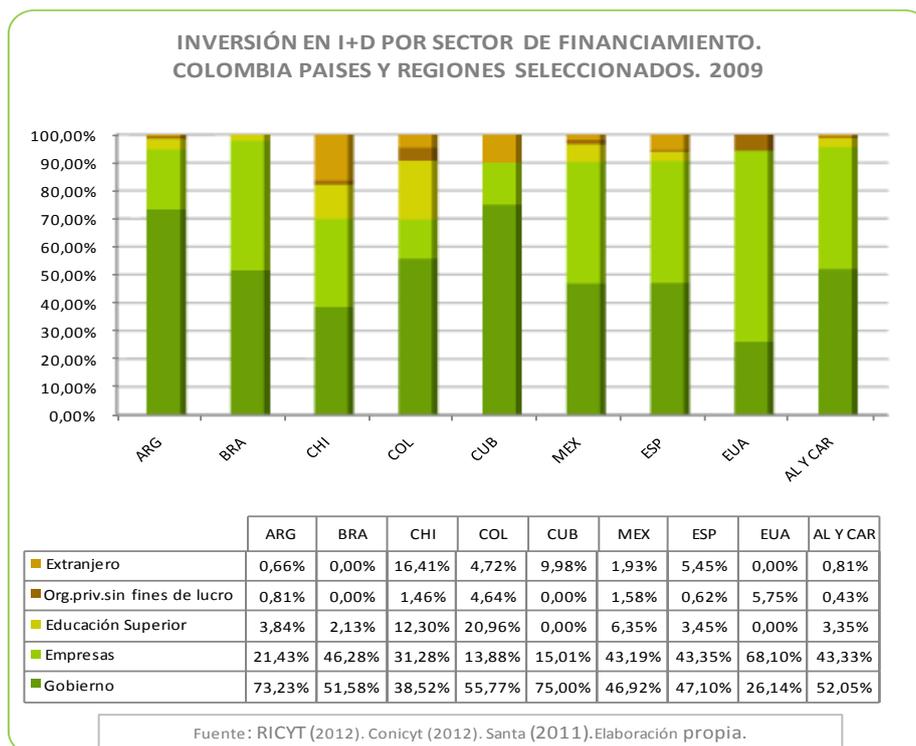


Figura 78. Inversión en I+D por sector de financiamiento. Colombia, países y regiones seleccionados, 2009

Para examinar en detalle la situación colombiana, se tiene la **Figura 79**, que permite observar el comportamiento de los sectores institucionales en la inversión en I+D desde el año 2000. El cambio más notorio ocurre en el sector gubernamental, que marca una tendencia creciente durante la década y pasa de un 31,16% en 2000 a un 55,7% en 2009. Este incremento progresivo se lleva a cabo mientras disminuye la participación del sector privado, que al final apenas financia un 13,88%, cuando su aporte al iniciar la década era de un 38,43%. Los demás sectores tienen una participación más o menos regular durante el período: la educación superior financia un 20-22%; las OPSFL oscilan entre un 1,63% y un 7,23%, y el sector extranjero se estabiliza en porcentajes cercanos al 5%, si bien es cierto que en 2003 casi financia el 10% de la inversión en I+D y en 2002 llegó al 8,14%.



Figura 79. Evolución de la inversión en I+D por sector de financiamiento. Colombia, 2000-2009

Volviendo a los análisis comparativos, la **Figura 80** asocia la inversión en I+D por sector de financiamiento frente a investigadores EJC por sector que realiza Colombia y los países seleccionados. Puede decirse que en la mayoría de ellos, el más alto porcentaje de investigadores EJC están en el sector Educación Superior, lo cual no se corresponde con la financiación que hace este sector a la inversión en I+D. Se destacan Colombia y Venezuela con el mayor número, seguidos por Chile y Brasil. Argentina se caracteriza por la gran presencia de investigadores EJC en el gobierno, donde también está la máxima financiación, pero contrasta el aporte que hace la *Educación Superior* con el número de investigadores que tiene, tal como sucede en Brasil. México presenta una distribución más balanceada del número de investigadores entre los principales sectores, igual que España, aunque las inversiones de los sectores no se corresponden. En Estados Unidos vuelve demostrarse el protagonismo del sector privado en la investigación, pues las empresas hacen la mayor inversión en I+D, como también captan el mayor número de investigadores EJC, y en una mayor proporción.

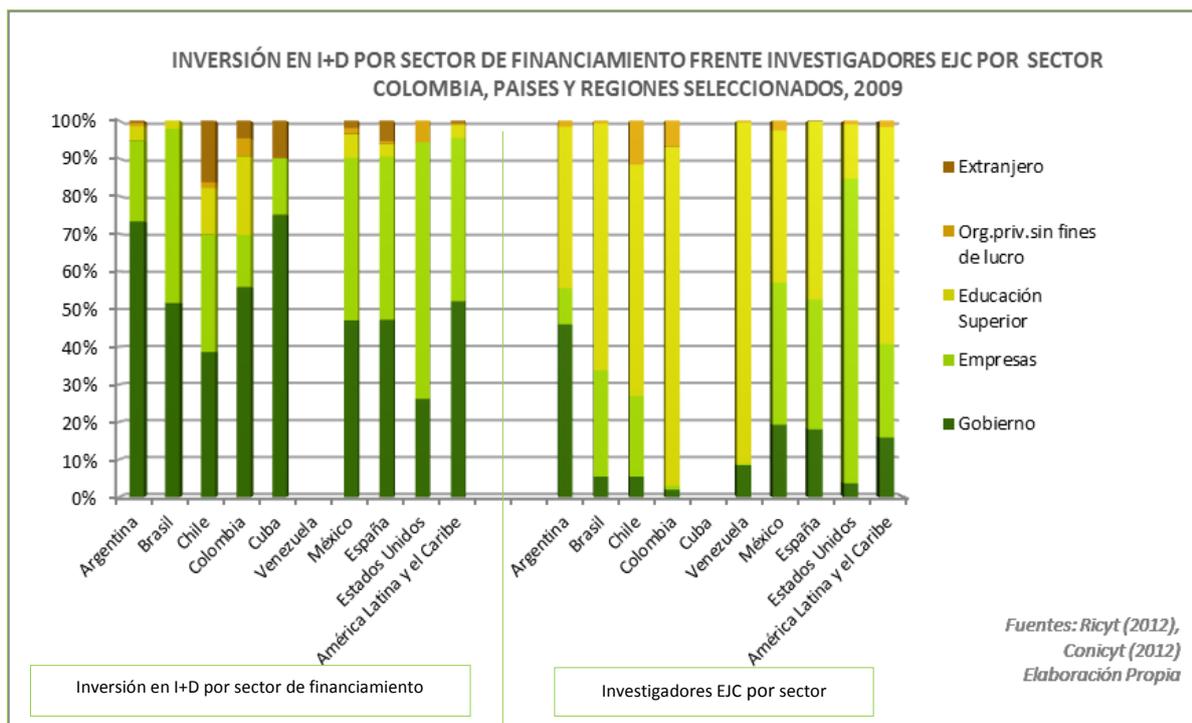


Figura 80. Inversión en I+D por sector de financiamiento frente a investigadores EJC por sector. Colombia, países y regiones seleccionados, 2009

Una mirada general sobre la participación de los sectores en la ciencia y tecnología colombiana, la brinda la **Figura 81** (información detallada en **Anexo 8.8**). En los cuatro años de evolución que se presentan, puede decirse que el sector *Gubernamental* es el que más contribuye a la financiación de la I+D, asumiendo el espacio que va dejando el sector privado; su participación en la ejecución es la menor de todos los sectores y, tiene todavía cifras más bajas en el número de investigadores, con lo cual su producción científica en *Scopus* también es muy pequeña.

Por su parte, las *Empresas* contribuyen a la financiación en proporciones cada vez menores, pero aun así conforman una franja visible en este terreno y también la tienen en la inversión en I+D por sector de ejecución; sin embargo, es muy poco significativa en el número de investigadores EJC y, por tanto, en producción científica de *Scopus*.

El caso de la *Educación Superior* es bien distinto a los demás, pues se destaca de manera importante en todos los indicadores: Es el tercer sector en contribuir a la financiación, el primero en ejecución, el de la primacía en el número de

investigadores EJC (prácticamente los concentra todos) y el de mayor número de publicaciones científicas en *Scopus*. Puede decirse que en este sector se descarga la responsabilidad de desarrollar la ciencia colombiana, en todos los sentidos.

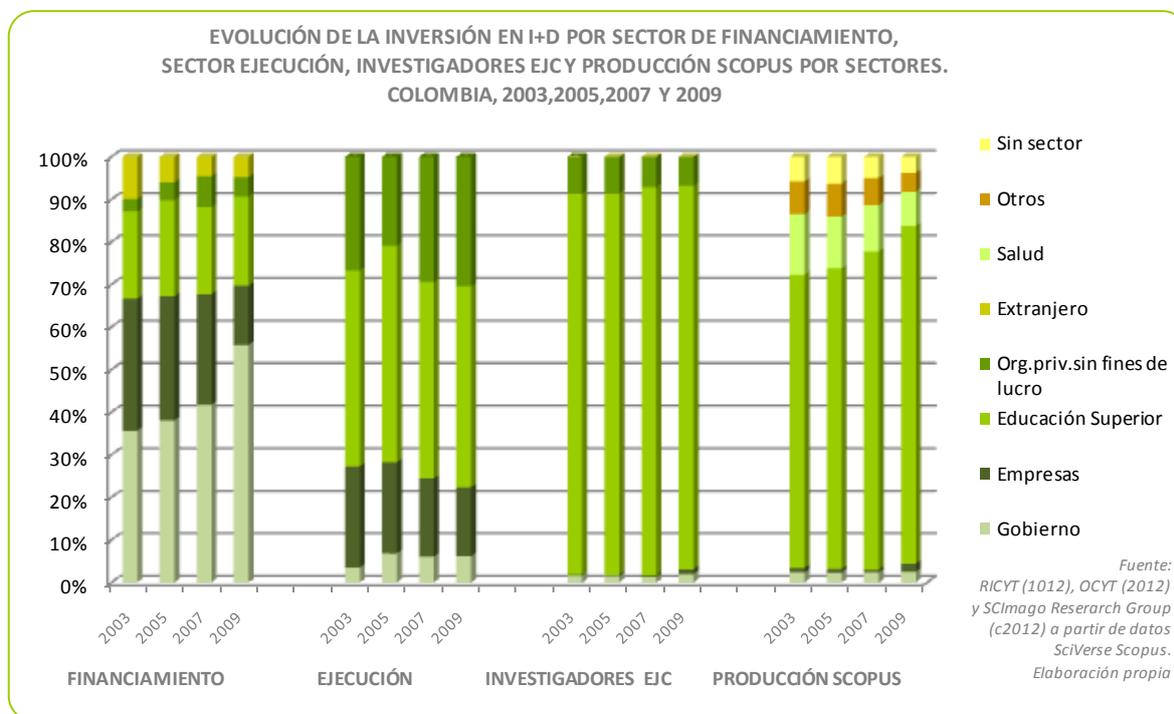


Figura 81. Evolución de la inversión en I+D por sector de financiamiento, sector de ejecución, investigadores EJC y producción Scopus por sectores. Colombia, 2003, 2005, 2007 y 2009

Con menor participación están los demás sectores, aunque llama la atención el aporte que hacen las *OPSFL* a la inversión en I+D, sobre todo por sector de ejecución, lo que contrasta con el número de investigadores EJC que tienen, pero aún más, con la producción en *Scopus*, que es muy baja.

El sector *Extranjero* se nota especialmente en la contribución que hace para financiar la inversión en I+D, si bien disminuye cada vez más sus aportes. Ninguna participación tiene en los demás indicadores, excepto en producción donde se incluye bajo el sector *Otros*, con un aporte pequeño aunque de buen impacto como se analizará en su momento.

Como puede verse, en el terreno de la producción científica se incluyen nuevos sectores, pues suele destacarse las publicaciones en *Salud*, por su gran importancia en el mundo científico. De hecho, es el único sector temático que tiene un espacio

independiente en el análisis cuantitativo. En el caso colombiano, se observa que en este período la participación del sector *Salud* en la producción científica presenta cifras moderadas, con una tendencia negativa dado el crecimiento del sector *Educación Superior* que gana mayor espacio en la distribución, en detrimento de los sectores *Salud* y *Otros*, especialmente.

Para empezar, la **Figura 82** muestra la distribución sectorial de las instituciones colombianas que tienen por lo menos un producto registrado en la base de datos *SciVerse Scopus®* durante 2003-2010 (**Anexo 8.18**), atendiendo el tipo de producción (total, de excelencia, liderada y excelencia liderada). En producción total, se trata de 719 instituciones y entre ellas, el sector *Salud* es el de mayor presencia (, seguido por el sector *Privado* que está en igual proporción que *Otros*. Por último están el sector *Educación Superior* y con la menor representación, el sector *Gobierno*.

Examinando la misma figura, es curioso ver el comportamiento del sector *Salud*: sus instituciones logran una presencia del 36-41% en todos los tipos de producción, lo que significa que su contribución es muy estable en cada caso, aunque las instituciones de investigación sean diferentes. La primacía del sector *Salud* se mantiene en todos los tipos de producción, excepto en excelencia liderada, donde el mayor porcentaje de instituciones productoras (51%) pertenece a la *Educación Superior*. Es decir, poco más de la mitad de los trabajos de excelencia que han sido liderados por Colombia, son producidos por las instituciones de educación superior.

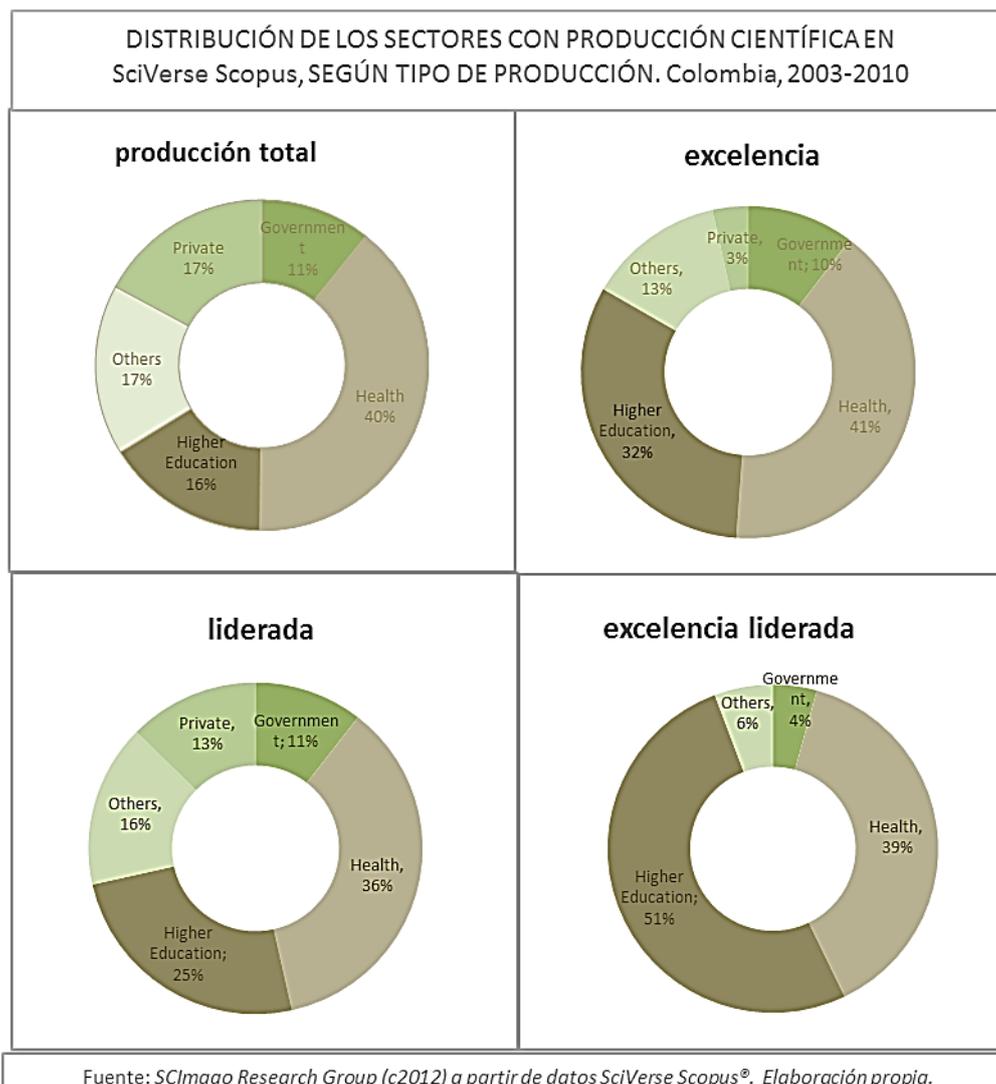


Figura 82. Distribución de los sectores institucionales con producción científica en SciVerse Scopus® y su participación en los tipos de producción. Colombia, 2003-2010

Otra perspectiva de esta situación, se presenta con la **Figura 84** que muestra los sectores de acuerdo con el número de instituciones responsables de la producción liderada, de excelencia y de excelencia liderada.

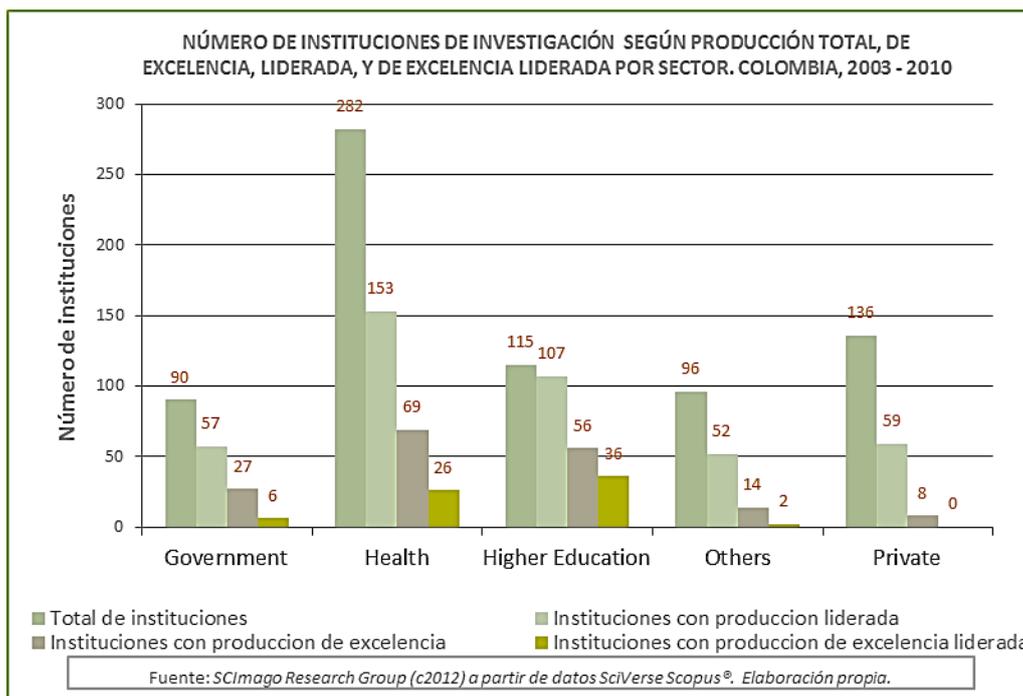


Figura 83. Número de instituciones de investigación según producción total, de excelencia, liderada, y de excelencia liderada, por sector. Colombia, 2003-2010

El mayor número de instituciones de Excelencia y de Excelencia Liderada pertenecen a los sectores *Salud* y *Educación Superior*, distinguiéndose el primero por los de Excelencia, mientras que el segundo lo hace con la Excelencia Liderada, aunque solo se trate de una tercera parte de sus instituciones. En *Salud*, las instituciones con producción de Excelencia Liderada constituyen una décima parte de su total, en tanto la Excelencia representa la cuarta parte. Una proporción semejante se presenta en el sector *Gobierno*, puesto que un tercio de sus instituciones producen trabajos de Excelencia, mientras solo seis se destacan en el grupo de Excelencia Liderada.

Ahora, la **Tabla 15** proporciona información sobre los indicadores básicos de la producción científica que publican los sectores institucionales, presentada en series quinquenales que cubren el período 2003-2010.

SECTOR	2003-2007					2004-2008					2005-2009					2006-2010				
	Ndoc	Cites	CpD	NormCit	%Q1	Ndoc	Cites	CpD	NormCit	%Q1	Ndoc	Cites	CpD	NormCit	%Q1	Ndoc	Cites	CpD	NormCit	%Q1
Higher Education	6923	46128	6,66	0,72	36,4	9096	46804	5,15	0,7	32,9	11528	44797	3,9	0,67	29,6	14097	38346	2,7	0,66	27,1
Health	1179	15189	12,9	1,23	49,1	1467	15037	10,3	1,14	41,8	1634	13799	8,4	1,1	37,7	1671	11066	6,6	1,09	34,2
Government	650	6822	10,5	0,81	41,9	728	6059	8,32	0,82	40	820	5241	6,4	0,81	39	861	4048	4,7	0,81	35,8
Others	569	7460	13,1	1,19	49,9	629	7026	11,2	1,16	46,1	676	5887	8,7	1,14	42,6	681	4036	5,9	1,13	41
Private	253	833	3,29	0,44	24,1	289	751	2,6	0,46	20,8	318	675	2,1	0,48	20,8	349	578	1,7	0,52	18,9
No sector	70	653	9,33	1,13	25,7	94	424	4,51	0,68	27,7	192	575	3	0,72	22,9	457	693	1,5	0,61	23,9

Tabla 15. Distribución temporal de la producción por sectores institucionales y evolución de las citas, citas por documento, citación normalizada y porcentaje de documentos en el primer cuartil. Colombia, 2003-2010.
Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus. Elaboración propia

Como ya se ha visto, *la Educación Superior* es de lejos la mayor productora, con una evolución positiva en todas las series y una tasa de variación de 19.4% en el quinquenio. Los demás sectores también crecen, pero en menor medida. Esto es llamativo, teniendo en cuenta que el sector *Educación Superior* sólo representa el 16% de las instituciones de investigación aquí consideradas.

A pesar de que *la Educación Superior* obtiene las cifras más altas en número de documentos y citas durante todas las series temporales, el sector *Otros* es el que logra la mayor visibilidad en todos los casos, pues los indicadores de citas por documento, citación normalizada y porcentaje de publicaciones en primer cuartil tienen aquí los máximos valores.

Otra forma de observar esta situación la brinda la **Figura 84**, que enseña la distribución por sectores institucionales frente a la contribución que hace cada sector al total de la producción total y las citas por documento que se obtienen en cada caso. A pesar de su amplia contribución a la producción total, *Educación Superior* no alcanza el impacto que tienen los demás sectores, superando solo un poco el logrado por el sector *Privado* y representando prácticamente la tercera parte de la visibilidad que consigue *Otros*. En comparación, los resultados del sector *Gobierno*, resultan buenos. No tanto así, el *Privado*, que tiene mayor presencia que los demás sectores (excepto el de *Salud*), pero con la más baja tasa de contribución a la producción total. Respecto a *Otros*, los resultados del sector *Salud* no son tan

buenos, teniendo en cuenta que implica el mayor número de instituciones de investigación, aunque lo subsana un poco por la visibilidad que consigue.

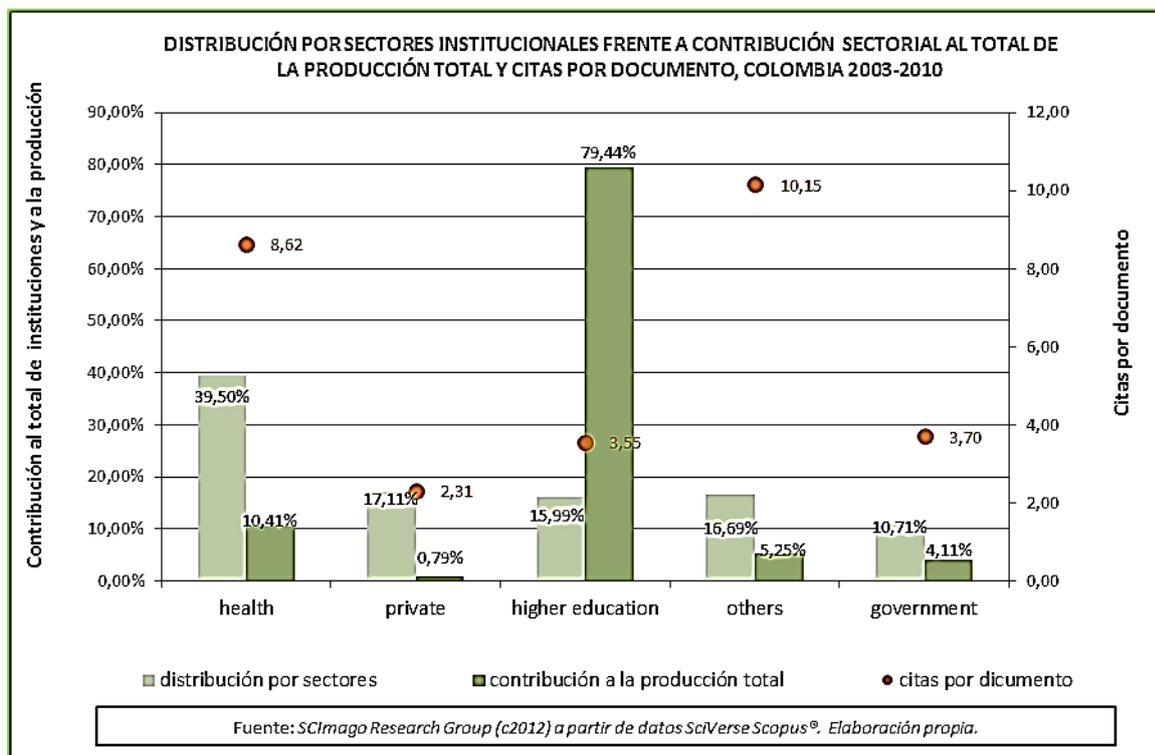


Figura 84. Distribución por sectores institucionales frente a contribución sectorial al total de la producción absoluta y citas por documento. Colombia, 2003-2010

La **Figura 85** representa la distribución de los documentos por sectores institucionales, distinguiendo en cada caso cómo es el tipo de colaboración en la producción total, de excelencia, liderada y de excelencia con liderazgo.

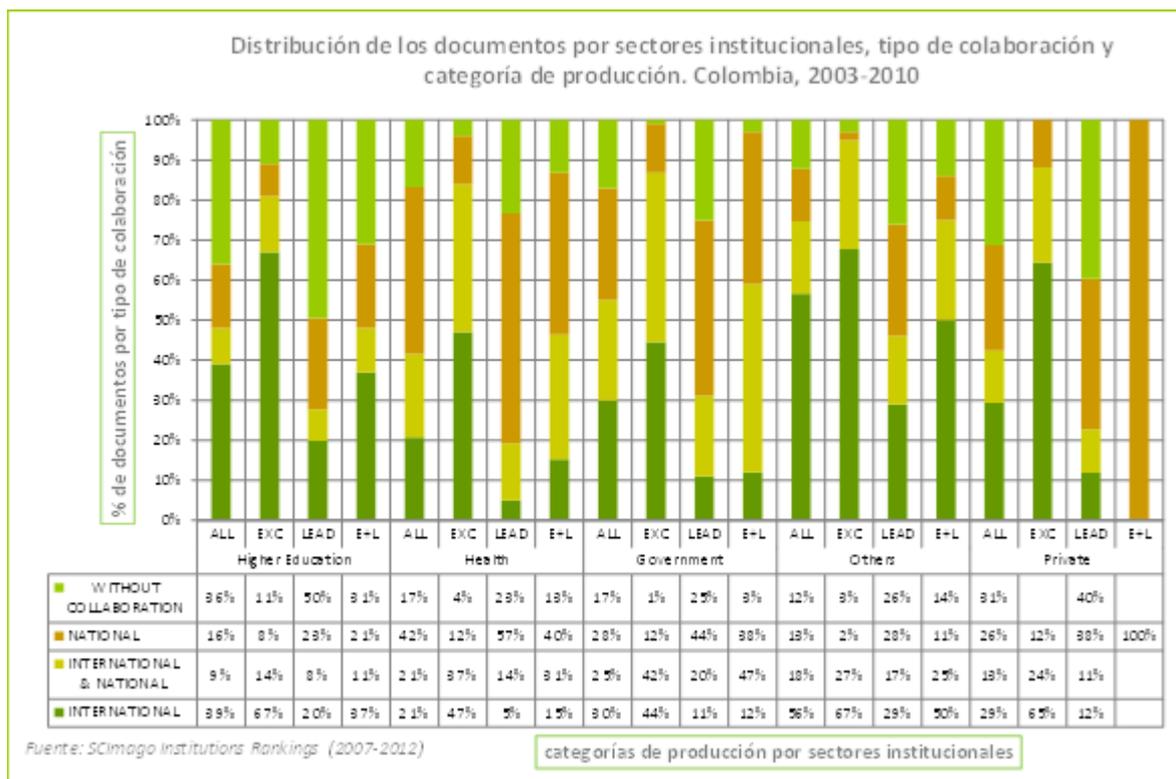


Figura 85. Distribución de los documentos por sectores institucionales, tipo de colaboración y porcentaje de producción total, de excelencia, liderada y de excelencia y liderada. Colombia, 2003-2010

El sector de *Educación Superior* se caracteriza por una alta colaboración internacional, que obtiene los máximos porcentajes en la producción total, la de Excelencia y la de Excelencia con Liderazgo. Sólo en el caso de Liderazgo, la mitad de la producción se llevó a cabo sin colaboración.

En el sector *Salud*, por el contrario, prima la colaboración nacional, que obtiene los más altos porcentajes en la producción total, de Liderazgo y de Excelencia con Liderazgo, mientras que la colaboración internacional predomina solo en la producción de Excelencia, donde es seguida por la colaboración internacional y nacional.

En el sector *Gobierno* la colaboración internacional prevalece en la producción total y de Excelencia. En Liderazgo, la mayor producción se hace en colaboración nacional, en tanto los documentos de Excelencia con Liderazgo son especialmente publicados en colaboración internacional y nacional, o solo nacional.

La colaboración internacional es lo que distingue al sector *Otros*, pues allí están los más altos porcentajes en todos los grupos de producción, probablemente porque este sector incluye a las instituciones extranjeras o de carácter internacional.

El sector *Privado* por su parte, publica sin colaboración la mayor parte de su producción total; igual sucede con la liderada, mientras que el 65% de la producción de excelencia se hace en colaboración internacional. Destaca cómo el 100% de los documentos de Excelencia con Liderazgo son publicados en colaboración nacional.

4.5. ANÁLISIS INSTITUCIONAL

El **Anexo 8.19** muestra las 719 instituciones colombianas con producción científica registrada en *SciVerse Scopus*® durante 2003-2010. De ellas, sólo 41 (el 5,70%) han publicado más de 100 trabajos, y por tanto forman parte de *SCImago Institutions Rankings*. Sin embargo, las diez primeras instituciones productoras de Colombia son las que se muestran en la **Figura 86** y puede verse que se trata de instituciones de educación superior, excepto una: el Centro Internacional de Agricultura Tropical, que pertenece al sector *Otros*. Es justamente esta institución la que logra, de lejos, el mayor número de citas por documento durante el período. Luego están la Universidad Pontificia Bolivariana, la Universidad de los Andes y la Universidad de Antioquia con un poco más de cuatro citas por documento.

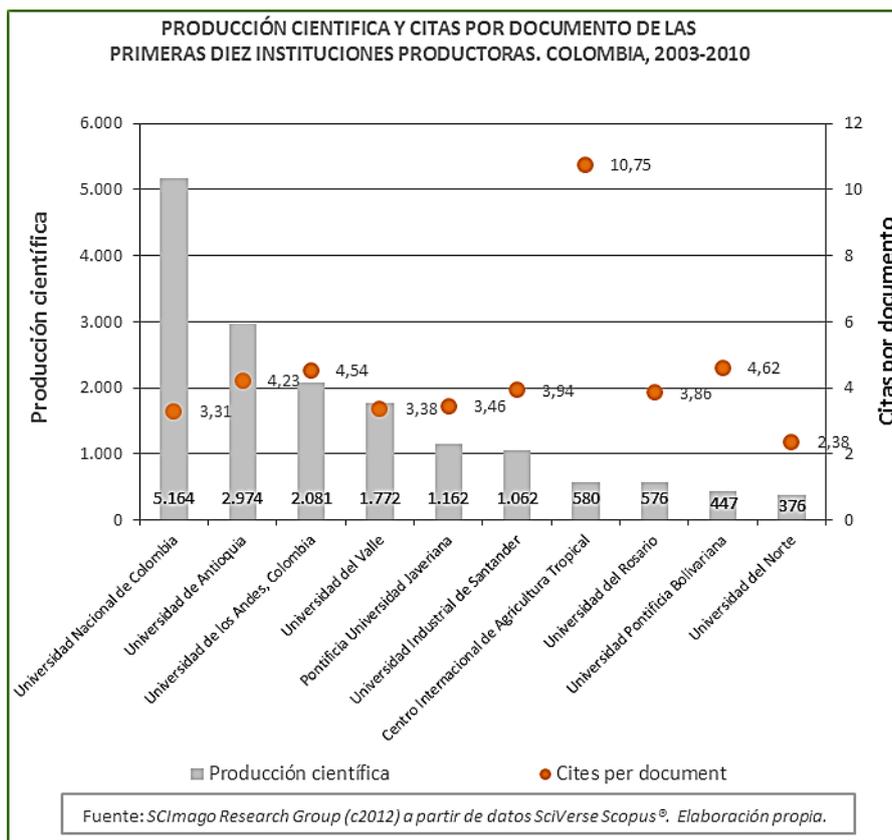


Figura 86. Producción científica y citas por documento de las primeras diez instituciones productoras. Colombia, 2003-2010

A pesar de que la Universidad Nacional de Colombia es la principal productora de trabajos científicos en el país, con una diferencia importante respecto a la segunda y representando la cuarta parte de la producción nacional, no logra más que 3,31 citas por documento, siendo superada en este indicador por todas las demás del conjunto, con excepción de la Universidad del Norte.

En este sentido, también se destaca la Universidad Pontificia Bolivariana, porque consigue una buena visibilidad a partir de un número de documentos que significan por lo menos, la decima parte que los publicados por la Universidad Nacional de Colombia.

A continuación, se presentarán las 30 instituciones con mayor producción en cada sector de acuerdo con *SCImago Institutions Rankings®*. Para mayor ilustración, se incluye el orden que logran en el mismo y se acompañan de algunos indicadores básicos.

El sector *Educación Superior* está conformado por 115 instituciones, pero son 41 (35,65%) las que sobrepasan los cien documentos durante el período (Tabla 16). Las seis primeras son las más productivas, en la medida en que cuentan ya con un número superior a los mil documentos y distan bastante de las siguientes. Sin embargo, ninguna de ellas tiene cifras que se destaquen en el indicador citas por documento, como se verá en los demás sectores. De acuerdo con el orden del SIR (primera columna) puede verse que las instituciones de este sector están entre los primeros lugares del Ranking.

SIR	Institution	Documents	Cites	CpD
1	Universidad Nacional de Colombia *	5164	17092	3,31
2	Universidad de Antioquia *	2974	12571	4,23
3	Universidad de los Andes, Colombia *	2081	9449	4,54
4	Universidad del Valle *	1772	5983	3,38
5	Pontificia Universidad Javeriana *	1162	4018	3,46
6	Universidad Industrial de Santander *	1062	4188	3,94
8	Universidad del Rosario *	576	2222	3,86
9	Universidad Pontificia Bolivariana *	447	2065	4,62
10	Universidad del Norte *	376	893	2,38
11	Universidad del Cauca *	352	946	2,69
13	Universidad Tecnológica de Pereira *	289	712	2,46
14	Universidad de Caldas *	265	1093	4,12
16	Universidad de Cartagena *	252	1443	5,73
17	Universidad EAFIT *	250	441	1,76
19	Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas *	204	296	1,45
20	Universidad del Quindío *	199	721	3,62
22	Universidad CES *	192	493	2,57
23	Universidad de Córdoba *	191	374	1,96
25	Universidad El Bosque *	183	1136	6,21
27	Universidad de La Sabana *	172	339	1,97
28	Universidad de Pamplona *	167	498	2,98
29	Universidad del Tolima *	165	625	3,79
30	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia *	151	230	1,52
33	Universidad Autónoma de Occidente *	134	343	2,56
34	Universidad Militar Nueva Granada *	114	175	1,54
35	Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano *	113	310	2,74
36	Universidad del Magdalena *	112	388	3,46
38	Universidad Autónoma de Bucaramanga *	110	545	4,95
41	Universidad de Nariño *	101	247	2,45
45	Universidad de San Buenaventura	85	251	2,95

Tabla 16. Instituciones con mayor producción del Sector Educación Superior. Colombia, 2003-2010.
Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus. Elaboración propia

El sector *Salud* es el que reúne un mayor número de instituciones: 284; sin embargo su producción es menor y bastante dispersa, al punto que únicamente siete instituciones (el 2,46%) superan el umbral de los 100 documentos durante los ocho años del estudio, como puede verse en la **Tabla 17**. Aun así, algunas de ellas tienen cifras en citas por documento muy destacables, especialmente SaludCoop con 94,06, pero su producción es de apenas 16 documentos.

SIR	Institution	Documents	Cites	CpD
12	Instituto Nacional de Salud *	293	1916	6,54
24	Fundacion Instituto de Inmunologia de Colombia *	188	1387	7,38
26	Fundacion Santa Fe de Bogota *	175	1225	7
31	Instituto Nacional de Cancerologia *	143	2832	19,8
32	Hospital Universitario San Vicente de Paul *	140	392	2,8
39	Centro Internacional de Entrenamiento e Investigaciones Medicas *	108	1828	16,93
40	Hospital Pablo Tobon Uribe *	106	619	5,84
43	Hospital Universitario San Ignacio	87	665	7,64
44	Fundacion Clinica Valle del Lili	87	666	7,66
49	Fundacion Cardiovascular de Colombia	64	720	11,25
52	Hospital Universitario del Valle Evaristo Garcia E.S.E.	58	336	5,79
57	Hospital Militar Central	56	381	6,8
66	Instituto Colombiano de Medicina Tropical Antonio Roldan Betancur	42	296	7,05
73	Fundacion Cardio Infantil Instituto de Cardiologia	36	124	3,44
76	Colsanitas	35	222	6,34
79	Clinica Medellin S.A.	33	426	12,91
85	Sociedad de Cirugia de Bogota Hospital de San Jose	27	107	3,96
88	Centro Medico Imbanaco de Cali S.A.	25	168	6,72
90	Clinica Las Americas	24	142	5,92
91	Centro Cardiovascular Colombiano Clinica Santa Maria	24	234	9,75
92	Fundacion Abood Shaio	24	147	6,13
93	Genes Ltda.	23	100	4,35
94	Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses	23	61	2,65
96	Instituto Neurologico de Colombia	23	102	4,43
99	Hospital Universitario del Norte	22	4	0,18
104	Fundacion Oftalmologica Nacional	20	298	14,9
108	Hospital Simon Bolivar III Nivel E.S.E	20	152	7,6
109	Hospital Santa Clara E.S.E.	19	128	6,74
113	Centro de Investigacion Cientifica Cauceseco	18	265	14,72
116	SaludCoop EPS	17	1599	94,06

Tabla 17. Instituciones con mayor producción del Sector Salud. Colombia, 2003-2010.
Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus. Elaboración propia

El sector *Gobierno* tiene 77 instituciones de investigación; las 30 mayores productoras pueden verse en la Tabla 18. Solo tres de ellas superan el umbral de los cien documentos (3,89%), pero no sobresalen en las citas por documento; que, en general, son bajas.

SIR	Institution	Documents	Cites	CpD
15	Ecopetrol S.A. *	258	378	1,47
18	Instituto Colombiano del Petroleo *	208	291	1,4
37	Corporacion Colombiana de Investigacion Agropecuaria *	111	441	3,97
48	Instituto de Investigacion de Recursos Biologicos Alexander Von Humboldt	71	1059	14,92
50	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras Jose Benito Vives de Andreis	63	412	6,54
65	Centro de Excelencia en Nuevos Materiales	44	117	2,66
67	Banco de la Republica de Colombia	41	104	2,54
68	Instituto Colombiano de Geologia y Minería	40	194	4,85
87	Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovacion	26	43	1,65
121	Centro de Estudios Interdisciplinarios Basicos y Aplicados en Complejidad	16	10	0,63
130	Instituto Colombiano Agropecuario	14	70	5
131	Instituto Amazonico de Investigaciones Cientificas SINCHI	14	71	5,07
137	Interconexion Electrica S.A. E.S.P.	12	275	22,92
159	Jardin Botanico Jose Celestino Mutis	9	7	0,78
164	Corporacion para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andres, Providencia y Santa Catalina	9	81	9
167	Empresas Publicas de Medellin E.S.P.	9	18	2
173	Departamento Nacional de Planeacion	8	24	3
180	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	7	6	0,86
184	Instituto de Hidrologia, Meteorologia y Estudios Ambientales	7	50	7,14
185	Instituto Colombiano de Desarrollo Rural	7	37	5,29
188	Armada Nacional de Colombia	7	6	0,86
197	Instituto para la Investigacion y la Preservacion del Patrimonio Cultural y Natural del Valle del Cauca	6	29	4,83
200	Transmilenio S.A.	6	2	0,33
203	Centro de Control de Contaminacion del Pacifico	6	6	1
211	Centro de Investigaciones Oceanograficas e Hidrograficas	5	15	3
213	Instituto Colombiano de Antropologia e Historia	5	25	5
228	Parques Nacionales Naturales de Colombia	4	21	5,25
230	Corporacion Autonoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga	4	3	0,75
237	Instituto Geografico Agustn Codazzi	4	6	1,5
264	Instituto Colombiano del Deporte	3	21	7

Tabla 18. Instituciones con mayor producción del Sector Gobierno. Colombia, 2003-2010.
Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus. Elaboración propia

Por último, en la Tabla 19 están las 30 instituciones con mayor producción del sector *Otros*, donde se agrupan las 120 instituciones que no tienen cabida en los demás sectores. Se trata, por ejemplo, de instituciones extranjeras o de carácter internacional, instituciones privadas sin ánimo de lucro (organizaciones no gubernamentales, asociaciones, y agremiaciones profesionales) así como corporaciones y fundaciones. Solo dos de ellas pasan el umbral de los 100 documentos

(1,66%), pero solo una (el CIAT) lo supera significativamente. También sobresale el número de citas por documento que alcanza la Fundación Saldarriaga Concha.

SIR	Institution	Documents	Cites	CpD
7	Centro Internacional de Agricultura Tropical *	580	6236	10,75
21	Corporacion para Investigaciones Biologicas *	195	3245	16,64
42	University of Tropical Agriculture Foundation *	95	190	2
55	Centro Nacional de Investigaciones de Cafe	57	285	5
61	Conservacion Internacional Colombia	48	448	9,33
69	Centro Internacional de Fisica	40	1057	26,43
89	Fundacion EcoAndina	25	124	4,96
101	Corporacion CorpoGen	21	86	4,1
115	Fundacion Centro para la Investigacion en Sistemas Sostenibles de Produccion Agropecuaria	18	119	6,61
117	Centro de Investigacion de la Acuicultura de Colombia	17	183	10,76
122	Fundacion Saldarriaga Concha	16	887	55,44
124	Fundacion ProAves	15	18	1,2
126	Instituto de Capacitacion e Investigacion del Plastico y del Caucho	15	4	0,27
133	Corporacion Geologica Ares	13	67	5,15
138	Centro de Investigacion de la Cana de Azucar de Colombia	12	79	6,58
143	Instituto de Investigacion del Comportamiento Humano	11	11	1
144	Tropenbos International Colombia	11	92	8,36
156	Fundacion para la Educacion y el Desarrollo Social	10	38	3,8
158	Centro de Investigaciones en Palma de Aceite	9	101	11,22
182	Corporacion Nuevos Rumbos	7	16	2,29
190	Asociacion para el Estudio y Conservacion de las Aves Acuaticas en Colombia Calidris	7	16	2,29
192	Fundacion Colombiana para la Investigacion y Conservacion de Tiburones y Rayas Squalus	7	11	1,57
209	Fundacion Yubarta	5	18	3,6
220	Fundacion Puerto Rastrojo	5	179	35,8
229	Centro de Investigaciones del Banano	4	19	4,75
244	Fundacion Humedales	4	30	7,5
247	Fundacion Omacha	4	44	11
250	Fundacion Zoologica de Cali	4	6	1,5
274	Asociacion Holstein de Colombia	3	16	5,33
279	Sociedad Colombiana de Periodoncia y Oseointegracion	3	0	0

Tabla 19. Principales instituciones del Sector Otros. Colombia, 2003-2010.
Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus. Elaboración propia

Ahora, cómo ha evolucionado el número de instituciones de investigación a lo largo del período 2003-2010, es lo que permite apreciar la **Figura 87**. En principio, se presenta un incremento en todas las formas de producción hasta el año 2007 y en el caso de la producción liderada hasta el 2008. A partir de allí, hay un descenso que es más pronunciado en el caso de la producción liderada que en los otros dos.

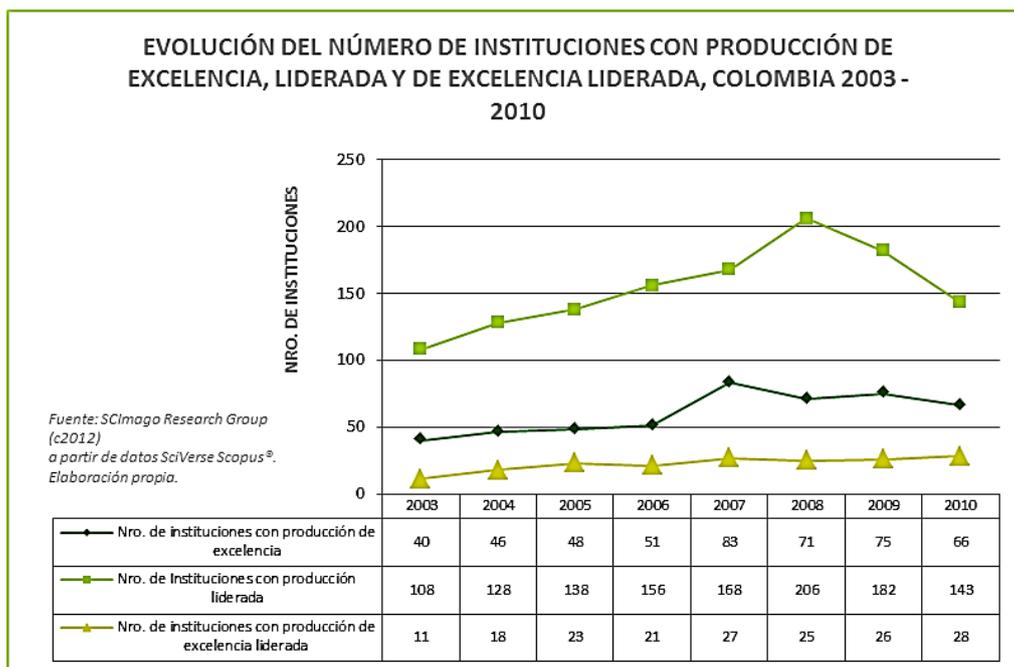


Figura 87. Evolución del número de instituciones con producción de excelencia, liderada y de excelencia liderada, Colombia 2003-2010

Si bien el criterio de Excelencia está más determinado por la dinámica de las citas y su respectivo impacto, que se van estabilizando con el transcurso del tiempo, en el caso del Liderazgo, sí debería ser más claro su incremento gradual y permanente, conforme se consigue trayectoria en investigación y se establecen redes de colaboración.

A 2010, la proporción de instituciones de investigación con publicaciones de excelencia es del 9,17%; con producción liderada es del 19,88%; y de excelencia liderada, el 3,89%

4.6. ANÁLISIS DE LA COLABORACIÓN CIENTÍFICA

Para abordar el análisis de la colaboración científica se dan a conocer, en primer lugar, los tipos de colaboración que caracterizan la producción colombiana y el impacto normalizado que consigue en cada uno de ellos. En esta ocasión, se tienen en cuenta la producción absoluta y la de excelencia liderada.

En segundo lugar, con base en los indicadores de copublicación y el Análisis de Redes Sociales, en este apartado se examina cómo es la colaboración que establece

Colombia para producir los trabajos de investigación que alcanzan visibilidad internacional al ser publicados en *SciVerse Scopus®*. Para ello, se empieza por presentar cinco cienciogramas que permiten visualizar características de la colaboración internacional con aquellos países con los cuales comparte el 1% de su producción científica 2003-2010. Se trata de veinticinco países a partir de los cuales se analizan las redes que conforman en cuanto a la producción total, la de excelencia, la liderada y la de excelencia liderada. Adicionalmente, se examina también la colaboración en el entorno latinoamericano, teniendo en cuenta aquellos países que superan los 12.000 documentos durante el período.

Para finalizar, se estudia esta colaboración internacional desde las áreas temáticas, a partir de una serie de tablas que enseñan los países con los cuales Colombia comparte el 1% de su producción en cada caso.

4.6.1. Colaboración científica internacional y latinoamericana

El punto inicial para comprender la dinámica de la colaboración que establece Colombia para su **producción científica absoluta**, se aprecia en la **Figura 88**, que muestra la evolución que ha tenido durante el período, diferenciando los tipos de colaboración y el impacto normalizado que ha logrado en cada uno de ellos. Como puede verse, el mayor porcentaje es realizado en colaboración internacional; no obstante esta tipología decrece durante el período y pasa de un 49,46% en 2003 a un 40,81% en 2010, representando en promedio un 43,12% de la producción absoluta. Obviamente, este tipo de colaboración es el que le reporta a Colombia la mayor visibilidad, al alcanzar la media mundial en 2004 y mantenerse en ella hasta el final del período, aunque con altibajos que tienen el pico más alto en 2007 con un 1.26 de impacto normalizado.



Figura 88. Tipo de colaboración científica y su respectiva citación normalizada. Producción absoluta. Colombia, 2003-2010

En segundo lugar, está la producción sin ningún tipo de colaboración, que desafortunadamente gana terreno durante el período, pues conlleva los valores más bajos de visibilidad, con cifras que no superan el 0.5 de impacto normalizado. Lo mismo ocurre con la colaboración exclusivamente nacional: la visibilidad es semejante a la que se obtiene sin colaboración, aunque la producción fluctúa en la franja del 11-18%, con una tendencia negativa al final del período.

Por último, la colaboración en la que participan instituciones de investigación nacionales e internacionales tiene los menores porcentajes en cuanto a producción absoluta, pero logra una visibilidad mayor que las dos anteriores; sin embargo, no es

suficiente para alcanzar la media mundial, pues sólo en tres oportunidades logra superarla, y lo hace en menor medida que la colaboración exclusivamente internacional.

Al examinar los mismos indicadores sobre la **producción científica de excelencia liderada** que muestra la **Figura 89**, se observa un comportamiento diferente. Por una parte, la colaboración internacional tiene la mayor representación en todos los años, excepto en 2004, aunque su tendencia varía en el rango del 33-41%, para un promedio de 38,74%. Los documentos hechos sin colaboración ocupan el segundo lugar de participación, si bien superan a la colaboración internacional en 2004, cuando representa un poco más de la mitad de esta producción. La colaboración nacional está en el tercer lugar, con cifras que fluctúan bastante entre el 5% y el 32%. La colaboración nacional e internacional ocupa el último lugar, pues en casi todos los años obtiene los menores porcentajes, al punto que en 2003 no reporta ninguno.



Figura 89. Tipo de colaboración científica y su respectiva citación normalizada. Producción de excelencia liderada. Colombia, 2003-2010

Como consecuencia de lo anterior, el impacto normalizado que obtiene cada tipo de colaboración, también es cambiante. Llama la atención que tratándose de la producción de excelencia liderada, los valores sólo superen la media mundial en siete oportunidades: cuatro de ellas gracias a la colaboración nacional, una a la internacional, una a la nacional e internacional y una a la sin colaboración, todo lo cual también resulta curioso, pero es explicable en cuanto se trata justamente de la producción de excelencia liderada por Colombia, donde el impacto de los trabajos realizados en colaboración nacional o sin colaboración, se destacan de los demás, como lo demuestra la evolución del impacto normalizado en este período.

Dada la importancia que tiene la colaboración internacional, la Tabla 20 sintetiza su comportamiento durante el período, de acuerdo con su participación en los diferentes tipos de producción:

% INTERNATIONAL COLLABORATION								
		ALL		LEADERSHIP		EXCELLENCE		EXC+LEAD
2003	↑	49,46	↑	26,00	↓	65,88	↑	41,38
2004	↑	46,53	→	22,41	↓	63,83	↓	23,53
2005	↑	46,27	↑	23,88	↑	80,32	↑	46,15
2006	→	42,43	↓	19,81	↑	75,48	↑	47,17
2007	→	42,79	→	21,62	↓	67,22	→	36,07
2008	↓	37,34	↓	18,27	→	69,37	→	33,82
2009	↓	39,33	↓	19,83	→	71,31	↑	40,26
2010	↓	40,81	↓	19,88	→	71,35	↑	41,59
PROM		43,12%		21,46%		70,59%		38,74%

Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus. Elaboración propia

Tabla 20. Tasa de colaboración internacional según tipo de producción. Colombia, 2003-2010

En promedio la mayor colaboración internacional se presenta en la producción de Excelencia, mientras que la más baja ocurre en la Liderada, con tendencia a disminuir. La producción absoluta mantiene un comportamiento moderado, aunque también tiende a la baja, después de haber tenido casi la mitad de la participación al principio del período. En tanto, la producción de excelencia liderada, que registra un promedio de 38,74%, tiende a subir, teniendo en cuenta que tuvo su más alta participación en 2006.

Para conocer los socios científicos que participan la colaboración internacional, se elaboraron los siguientes cienciogramas que incluyen únicamente aquellos países que han contribuido, por lo menos, al 1% de la producción científica colombiana hecha en colaboración y que se observan en el **Anexo 8.22**.

Como se ha dicho, en promedio, el 43,12% de la producción colombiana absoluta se lleva a cabo en colaboración internacional; esto representa un subconjunto de 10.100 documentos de los 20.222 publicados durante 2003-2010. La **Figura 90** corresponde al cienciograma elaborado a partir este subconjunto, pero teniendo en cuenta que se trata únicamente de los países que han contribuido, por lo menos, al 1% de la producción científica colombiana hecha en colaboración (**Anexo 8.20**). El propósito

es conocer la ubicación de Colombia en la red que se ha configurado entre sus principales socios.

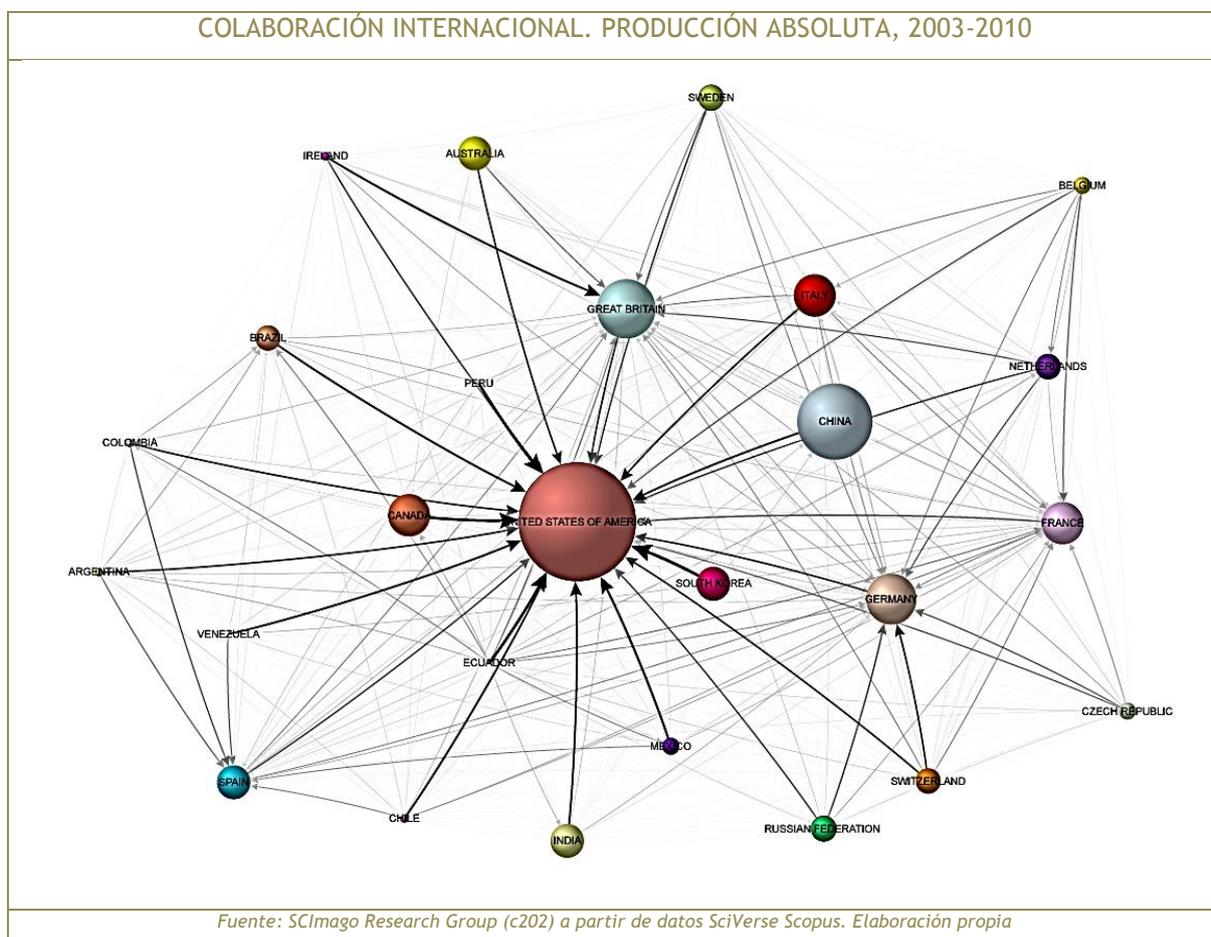


Figura 90. Colaboración internacional. Producción absoluta, 2003-2010

En el conjunto de países se encuentran grandes diferencias en el grado de entrada ($N_{rmlnDeg}$). Como era de esperarse, Estados Unidos ocupa el centro del mapa, con el mayor tamaño de producción y concentrando la totalidad de los enlaces, con lo cual es claramente el principal socio colaborador. Le siguen otras potencias mundiales como son Reino Unido, Alemania y Francia, que también atraen gran parte de los enlaces. Otro grupo de países que se destacan son España, Holanda y Brasil, aunque con un volumen de producción bastante menor, y ubicados en la periferia del mapa.

En el caso de grado de salida (NrmOutDeg) países pequeños como Ecuador, Colombia y Perú demuestran mayor necesidad de contar con socios científicos para publicar, ya que de ellos salen un mayor número de enlaces.

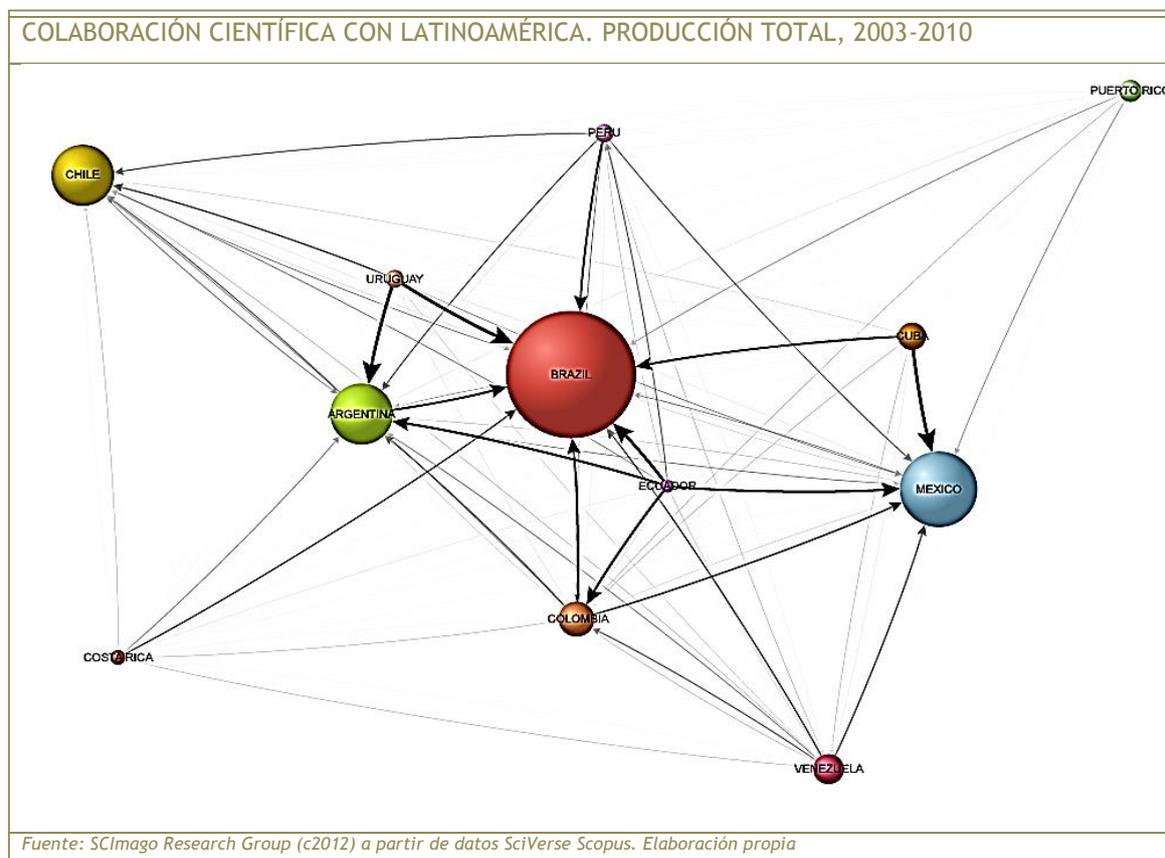


Figura 91. Mapa de colaboración científica entre Colombia y países latinoamericanos, 2003-2010

En el contexto de la región latinoamericana, la **Figura 91** muestra cómo Brasil ocupa el centro de la red de colaboración que Colombia establece a partir de su producción científica 2003-2010. De hecho, el mapa corresponde a una red dirigida realizada a partir de la matriz del **Anexo 8.21**, que ilustra cómo todos los países requieren la colaboración de Brasil para impulsar su investigación, pero con una mayor intensidad en los casos de Argentina, Uruguay, Perú, Ecuador, Colombia y Cuba. Otros actores centrales son México, de quien buscan colaboración especialmente Cuba, Ecuador y también Colombia; Argentina, que es principalmente requerido por Uruguay y Ecuador; y Chile, donde confluyen también un buen número de países con un nivel de dependencia similar. En cuanto a Colombia, es contactado especialmente por Ecuador y también por Venezuela, mientras busca principalmente la colaboración de Brasil, Argentina y México. En síntesis, Brasil, México y Argentina, que son los

mayores productores, reciben el mayor número de enlaces (NrmInDeg), seguidos por Chile y Colombia, que obtienen cifras muy cercanas entre sí. Puerto Rico cuenta con el menor número de enlaces recibidos. Al examinar el grado de salida (NrmOutDeg) Ecuador y Uruguay son los que más requieren la colaboración de otros países para sacar adelante su investigación.

Volviendo al ámbito internacional, a continuación se utilizan mapas heliocéntricos para representar las redes de colaboración que establece Colombia para producir sus trabajos en el terreno de la excelencia, el liderazgo y la excelencia liderada.

En cuanto a la producción de **Excelencia**, la **Figura 92** se construye a partir de aquellos documentos realizados en colaboración (**Anexo 8.22**); es decir, 1.199 documentos de los 1.434 considerados en el rango de excelencia, lo que equivale al 83,61% de este tipo de producción. Puede decirse que se trata de una red heliocéntrica que capta a los principales socios colaborativos y en la que se distinguen tres niveles de aproximación: El primer y mayor país colaborador en la producción colombiana de excelencia, en términos de volumen y cercanía, es Estados Unidos. En un círculo intermedio están los países europeos de España, Francia, Alemania y Gran Bretaña; los latinoamericanos de Brasil, Argentina y México, y finalmente Canadá. Un poco más alejado de este grupo, pero con buen volumen de producción está Holanda, seguido en la periferia por diez países más. En total, 20 países que contribuyen a la producción colombiana de excelencia.

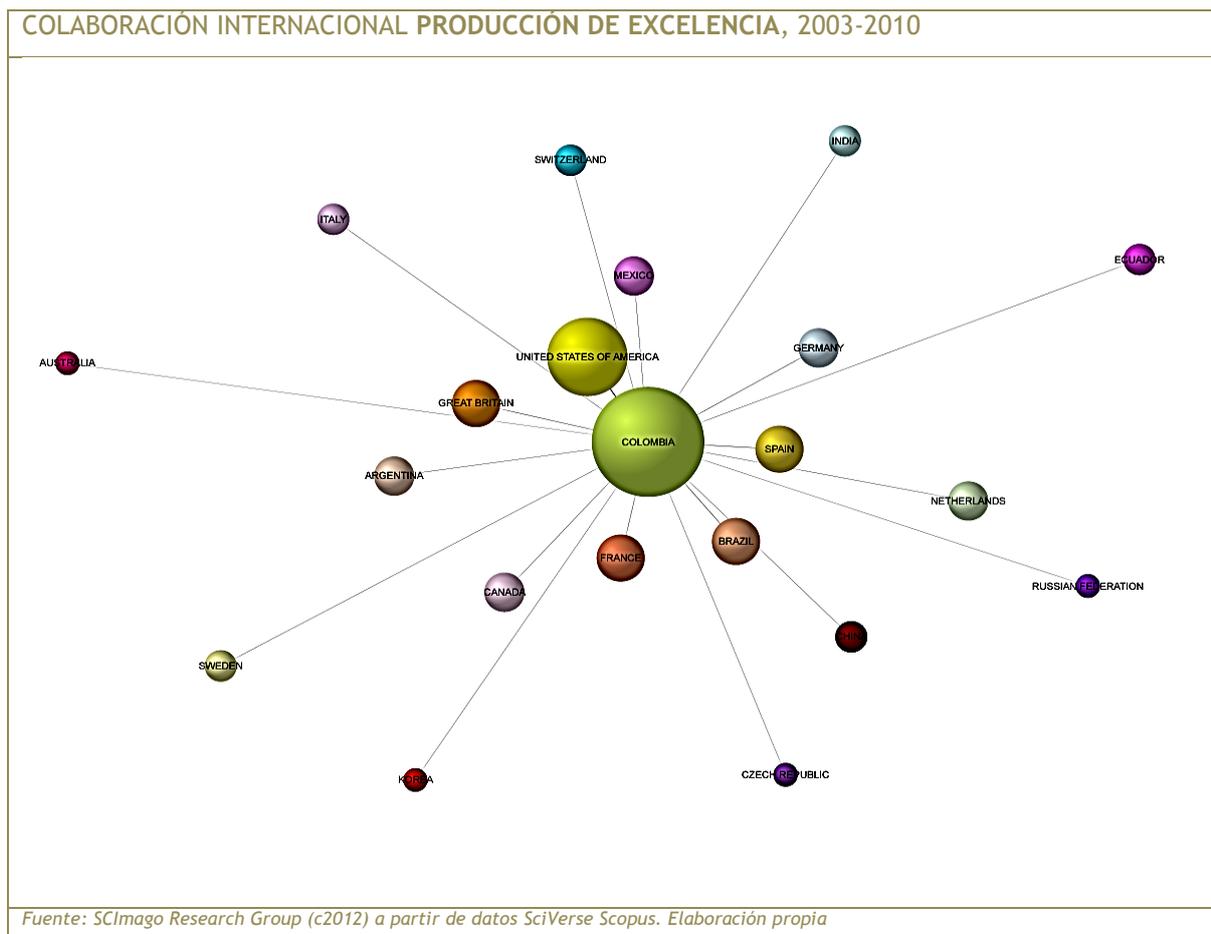


Figura 92. Mapa de colaboración internacional en la producción científica colombiana de Excelencia, 2003-2010

De la producción liderada que representa la **Figura 93**, sólo el 27,56% se realiza en colaboración internacional, esto es, 3.791 documentos de los 13.756 correspondientes a esta categoría (**Anexo 8.22**). De nuevo, Estados Unidos es el primer socio colaborador, en términos de producción e impacto, seguido por España. En ese primer círculo también se encuentran Brasil, Argentina y México, a pesar de una producción menor y de menor impacto, según lo indica la distancia. En un nivel intermedio, Colombia cuenta con la colaboración de Alemania, Gran Bretaña, Francia, Chile y Canadá para su producción liderada, y en menor medida, la de otros cuatro países europeos y tres latinoamericanos, además de Australia y Japón

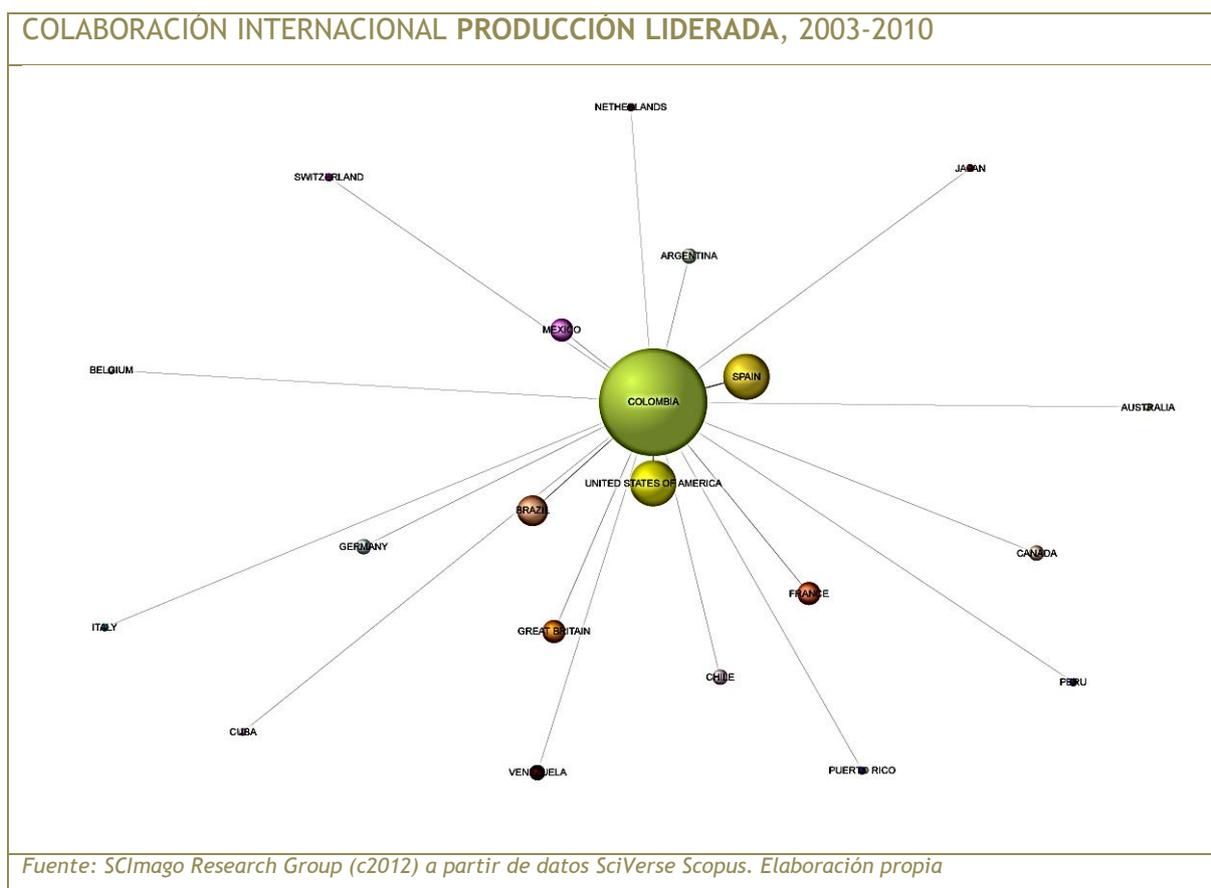


Figura 93. Mapa de colaboración internacional en la producción científica colombiana Liderada, 2003-2010.

El 50,42% de la producción científica colombiana de **excelencia liderada**, se realiza en colaboración; es decir, 239 documentos de 474 considerados como tales (**Anexo 8.22**). De este logro participa especialmente Estados Unidos, por ser el principal socio colaborador, de acuerdo con la producción y su cercanía. También lo hacen en su orden España, Brasil, Gran Bretaña, Francia, Canadá y México. Con mayor distancia y en menor volumen, participan otros cinco países latinoamericanos y cinco europeos, además de Australia y China. En total, 17 socios para una producción de excelencia liderada por Colombia que se representa en la **Figura 94**.

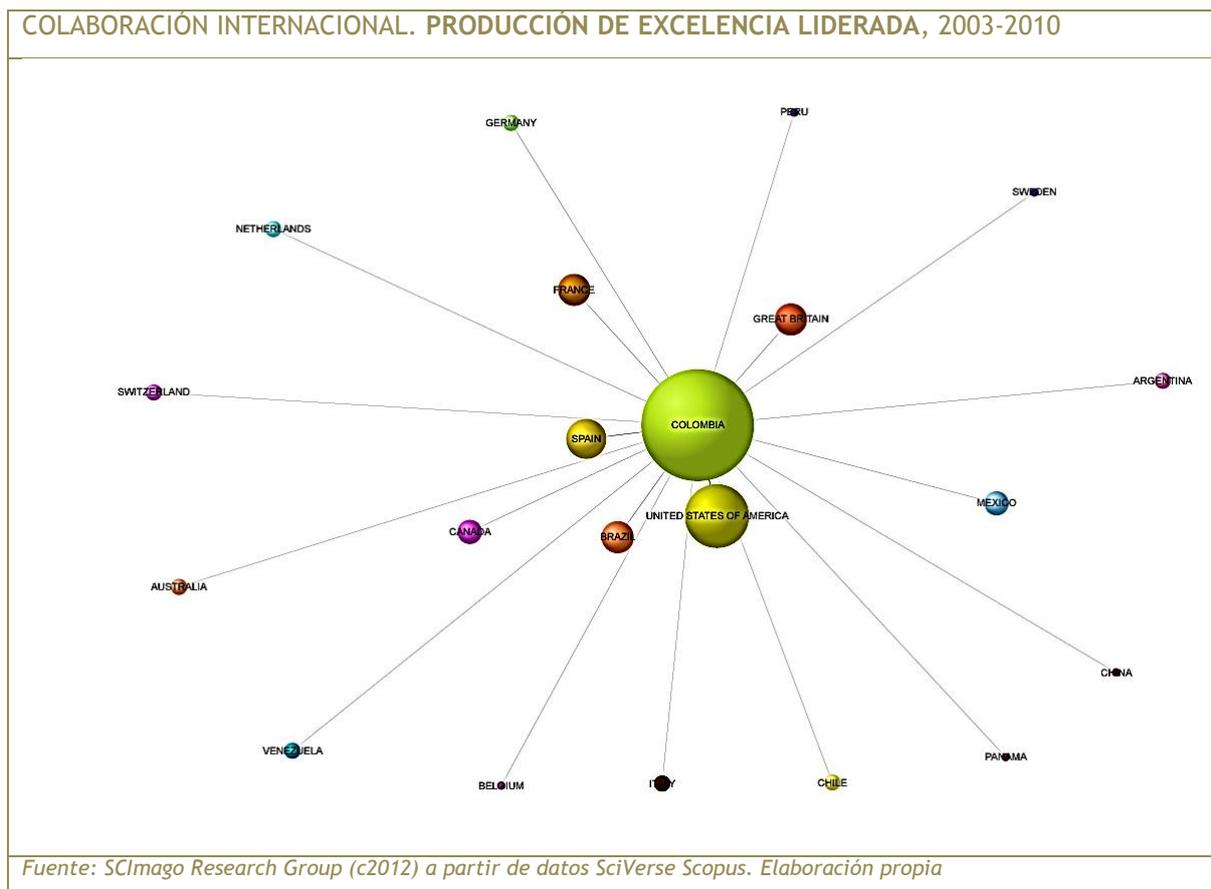


Figura 94. Mapa de colaboración internacional en la producción científica colombiana de Excelencia Liderada, 2003-2010

Como se ha visto, Estados Unidos está presente en todos los mapas heliocéntricos, y en todos ellos como el principal socio colaborador para Colombia. En segundo lugar siempre está España. Los demás lugares, varían de acuerdo con el tipo de producción que se analice, pero también se refieren más o menos a los mismos nombres. En principio, se trata de un máximo de veinte países, por lo general europeos y latinoamericanos; pero también Australia y en algunos casos, países asiáticos como Japón y China.

Los trabajos derivados de esta colaboración obtienen impactos como los que presenta la Tabla 21.

INTERNATIONAL COLLABORATION Excellence with Leadership				
Country	NDoc	%Coll	Cites	CpD
USA	90	25,07%	2383	26,5
ESP	41	11,42%	632	15,4
BRA	30	8,36%	561	18,7
GBR	22	6,13%	506	23
FRA	22	6,13%	460	20,9
CAN	13	3,62%	215	16,5
MEX	12	3,34%	319	26,6
ARG	9	2,51%	207	23
DEU	9	2,51%	94	10,4
AUS	8	2,23%	135	16,9
ITA	8	2,23%	95	11,9
VEN	8	2,23%	133	16,6
CHE	7	1,95%	204	29,1
NLD	7	1,95%	302	43,1
CHL	6	1,67%	84	14
BEL	4	1,11%	67	16,8
CHN	4	1,11%	70	17,5

La **producción de excelencia liderada** es bastante reducida, al punto que sólo se reportan 90 documentos con **Estados Unidos**, el principal colaborador, con el que al final se consiguen 26,5 citas por documento durante el período. El mayor número de citas por documento (CpD) lo alcanza la colaboración con los **Países Bajos** a partir de apenas 7 documentos de excelencia liderada. Lo sigue **Suiza** con 29,1 CpD obtenidas del mismo número de documentos. Entre los países latinoamericanos, **Brasil** es el principal socio en excelencia liderada, pero el mayor impacto se obtiene con los 12 documentos de **México**, que arrojan 26,6 CpD. En este grupo también están Argentina, Venezuela y Chile.

Tabla 21. Colaboración internacional en la producción colombiana de excelencia liderada, 2003-2010
Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus

4.6.2. Colaboración internacional por áreas temáticas

Tipo de colaboración por áreas temáticas

La Tabla 22 facilita la mirada general sobre las pautas de colaboración científica de cada una de las áreas temáticas de Scopus. Los valores más altos se encuentran en los porcentajes de colaboración internacional o sin colaboración, siendo menores los del medio. En general, los resultados se ajustan a las costumbres de las disciplinas, en tanto que áreas como *Arts and Humanities* y *Social Sciences* tienen altas tasas de trabajos sin colaboración, mientras que para las ciencias básicas como *Physics and Astronomy* la colaboración internacional es un hábito. En el mismo sentido se destacan *Environmental Science*; *Earth and Planetary Sciences*; y *Decision Sciences* que publican más del 60% de su producción en colaboración internacional. El caso de *Medicine* es curioso, pues el mayor porcentaje de su producción se hace sin colaboración, y solo un 28% en colaboración internacional. *Neuroscience*, por su parte, se distingue con un 57% en esta modalidad.

Las de mayor colaboración internacional a la vez que nacional, son las áreas *Health Professions; Immunology and Microbiology; y Neuroscience*, mientras que la colaboración nacional más fuerte se lleva a cabo en las áreas de *Veterinary; Energy; y Medicine*.

Subject Areas	International	International & National	National	Without Collaboration
Medicine	28%	10%	20%	42%
Agricultural and Biological Sciences	48%	9%	13%	30%
Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	44%	11%	15%	31%
Engineering	41%	6%	12%	40%
Physics and Astronomy	62%	8%	10%	21%
Immunology and Microbiology	48%	17%	16%	20%
Chemistry	45%	11%	14%	30%
Mathematics	58%	3%	10%	28%
Materials Science	56%	8%	10%	26%
Social Sciences	31%	4%	8%	57%
Chemical Engineering	46%	5%	12%	37%
Environmental Science	68%	10%	6%	16%
Computer Science	57%	6%	9%	28%
Earth and Planetary Sciences	63%	10%	8%	19%
Psychology	27%	6%	15%	52%
Veterinary	30%	6%	23%	40%
Economics, Econometrics and Finance	34%	1%	10%	55%
Arts and Humanities	20%	3%	9%	69%
Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	49%	12%	14%	26%
Business, Management and Accounting	37%	9%	7%	48%
Energy	42%	8%	21%	29%
Neuroscience	57%	16%	16%	10%
Dentistry	38%	12%	13%	38%
General	47%	12%	15%	26%
Nursing	34%	10%	11%	46%
Decision Sciences	67%	3%	8%	23%
Health Professions	42%	19%	15%	23%

Tabla 22. Tipo de colaboración por áreas temáticas
Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus

A continuación se presentan los principales socios que tiene Colombia para llevar a cabo la producción científica de cada una de las 27 áreas temáticas de *SciVerse Scopus®* limitando el ejercicio a aquellos países con quienes comparte el 1% de su producción 2003-2010.

- **AGR. - Agricultural and Biological Sciences.**

De los 28 países que colaboran en el área de AGR y que se presentan en la **Tabla 23**, el principal socio es Estados Unidos de América, tanto en volumen de producción como en número de citas. Le siguen Brasil y España en importancia, acompañados por Gran Bretaña, Alemania, Francia y México, que superan los cien documentos.

La mayor visibilidad de esta producción está determinada por la relación con Australia, Gran Bretaña, Suiza y Japón, pero también con Argentina, Perú, Ecuador, que superan las once citas por documento, cuando con Estados Unidos obtiene 10,2 y con Brasil 8,53, a partir de un número de documentos significativamente mayor que los anteriores.

AGR				
Country	Ndoc	%Col	Cites	CpD
USA	623	19,75%	6358	10,2
BRA	264	8,37%	2251	8,53
ESP	211	6,69%	1297	6,15
GBR	154	4,88%	2511	16,3
DEU	149	4,72%	1598	10,7
FRA	143	4,53%	1164	8,14
MEX	140	4,44%	1010	7,21
AUS	80	2,54%	1377	17,2
CAN	75	2,38%	1108	14,8
ARG	66	2,09%	1092	16,6
VEN	65	2,06%	548	8,43
CHE	61	1,93%	800	13,1
CHL	60	1,90%	363	6,05
NLD	51	1,62%	442	8,67
VNM	48	1,52%	103	2,15
BEL	47	1,49%	507	10,8
PER	47	1,49%	686	14,6
PRI	45	1,43%	472	10,5
CUB	45	1,43%	173	3,84
PAN	45	1,43%	447	9,93
CHN	44	1,40%	341	7,75
CRI	40	1,27%	309	7,73
JPN	40	1,27%	516	12,9
ITA	38	1,20%	322	8,47
SWE	35	1,11%	200	5,71
KEN	34	1,08%	214	6,29
KHM	33	1,05%	98	2,97
ECU	32	1,01%	366	11,4

Tabla 23. Colaboración internacional en el área AGR, 2003-2010.
Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus.

ART. - Arts and Humanities

La **Tabla 24** muestra los veinte socios colaboradores en el área de ART. Aquí también sobresale la relación existente con Estados Unidos que contribuye con la cuarta parte de la producción; luego está España, con un 17%, seguida por Francia y Gran Bretaña, con igual número de copublicaciones. La colaboración es menor con los países latinoamericanos de México, Argentina, Brasil, Venezuela y Chile, que son del orden del 4-5%, -lo mismo que Canadá-, ocupando un nivel intermedio. Teniendo en cuenta la baja producción del área en Scopus, es particular el hecho de que baste un documento para contribuir al 1% de la producción científica en colaboración.

Resultado de esta actividad, aún incipiente, el impacto en citas por documento también es muy bajo, al punto que sobresalen Holanda y Alemania, con apenas cuatro, y Gran Bretaña con solo una. En diez casos, no se reporta ninguna visibilidad.

ART				
Country	Ndoc	%Col	Cites	CpD
USA	21	25,00%	17	0,8
ESP	14	16,67%	9	0,6
GBR	7	8,33%	8	1,1
FRA	7	8,33%	0	0
MEX	5	5,95%	0	0
ARG	4	4,76%	1	0,3
BRA	4	4,76%	2	0,5
VEN	3	3,57%	1	0,3
CAN	3	3,57%	0	0
CHL	3	3,57%	0	0
ITA	2	2,38%	1	0,5
DNK	2	2,38%	1	0,5
NLD	2	2,38%	8	4
URY	1	1,19%	0	0
DEU	1	1,19%	4	4
ZAF	1	1,19%	0	0
CUB	1	1,19%	0	0
CHE	1	1,19%	0	0
CRI	1	1,19%	0	0
ECU	1	1,19%	0	0

Tabla 24. Colaboración internacional en el área ART, 2003-2010.
Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus.

BIO - Biochemistry, Genetics and Molecular Biology

La **Tabla 25** reúne a los países que más colaboran con Colombia en el área de BIO. Son 19 y, en este caso, el principal es España, que participa en casi un 19% de la producción, seguido por Estados Unidos y Gran Bretaña. También sobresalen Francia y Brasil, con más de cien documentos.

Entre los países latinoamericanos, Brasil es el principal colaborador, seguido por Argentina, con el cual obtiene la máxima visibilidad de la región. Sin embargo, el mayor número de citas por documento lo aporta la copublicación de 23 documentos con los Países Bajos, y de 51 con Canadá

BIO				
Country	Ndoc	%Col	Cites	CpD
ESP	382	18,69%	2381	6,23
USA	317	15,51%	4724	14,9
GBR	255	12,48%	1648	6,46
BRA	105	5,14%	1174	11,2
FRA	103	5,04%	1045	10,2
ARG	72	3,52%	923	12,8
DEU	71	3,47%	925	13
MEX	62	3,03%	893	14,4
VEN	53	2,59%	440	8,3
CAN	51	2,50%	1038	20,4
CHL	40	1,96%	493	12,3
JPN	27	1,32%	327	12,1
ITA	27	1,32%	425	15,7
PRT	26	1,27%	365	14
AUS	26	1,27%	477	18,4
CHE	25	1,22%	409	16,4
NLD	23	1,13%	571	24,8
PER	22	1,08%	356	16,2
BEL	21	1,03%	312	14,9

Tabla 25. Colaboración internacional en el área BIO, 2003-2010.
Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus.

BUS. - Business, Management and Accounting - BUS

BUS también es un área con muy poca producción, como se observa en la **Tabla 26**. De manera que con solo 41 documentos, España constituye el principal socio colaborador; le siguen los Estados Unidos y luego Gran Bretaña, con casi la mitad que su antecesor.

En el conjunto de 23 países, también están los principales productores latinoamericanos, siendo Chile el país con el que se obtiene el mayor número de citas por documento, seguido por Israel. Luego está Canadá, con 6,17 CpD, para dar lugar unos valores todavía más escasos. La colaboración con Uruguay, China, Cuba y Rusia, no arroja ninguna visibilidad por el momento.

BUS				
Country	Ndoc	%Col	Cites	CpD
ESP	41	22,40%	80	1,95
USA	30	16,39%	58	1,93
GBR	14	7,65%	22	1,57
FRA	11	6,01%	18	1,64
ARG	7	3,83%	2	0,29
CAN	6	3,28%	37	6,17
BRA	6	3,28%	6	1
ITA	6	3,28%	8	1,33
MEX	6	3,28%	6	1
DEU	4	2,19%	6	1,5
CHE	4	2,19%	15	3,75
URY	3	1,64%	0	0
NOR	3	1,64%	9	3
NLD	3	1,64%	5	1,67
BEL	3	1,64%	8	2,67
CHL	3	1,64%	31	10,3
ISR	2	1,09%	17	8,5
CHN	2	1,09%	0	0
CUB	2	1,09%	0	0
AUS	2	1,09%	5	2,5
RUS	2	1,09%	0	0
VEN	2	1,09%	2	1
SWE	2	1,09%	3	1,5

Tabla 26. Colaboración internacional en el área BUS, 2003-2010.
Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus.

CENG - Chemical Engineering

De los diecisiete países que colaboran en CENG (**Tabla 27**), vuelve a ser España el principal colaborador, aportando casi la quinta parte de este tipo de producción en el área. Es seguido también por los Estados Unidos y por Francia, con quien consigue el segundo puntaje en citas por documento. El primero es para Suiza. Curiosamente, la colaboración con Rusia, aunque escasa, no reporta ninguna visibilidad.

La participación del grupo de países latinoamericanos, es modesta, encontrando no solo a los principales productores de la región, sino también a Puerto Rico y Cuba.

CENG				
Country	Ndoc	%Col	Cites	CpD
ESP	86	19,07%	584	6,79
USA	68	15,08%	368	5,41
FRA	55	12,20%	491	8,93
DEU	28	6,21%	125	4,46
BRA	23	5,10%	90	3,91
ARG	21	4,66%	43	2,05
MEX	21	4,66%	71	3,38
CHL	20	4,43%	102	5,1
GBR	19	4,21%	99	5,21
BEL	15	3,33%	59	3,93
CHE	13	2,88%	226	17,4
VEN	11	2,44%	22	2
CAN	11	2,44%	48	4,36
PRT	6	1,33%	18	3
PRI	6	1,33%	14	2,33
RUS	5	1,11%	0	0
CUB	5	1,11%	32	6,4

Tabla 27. Colaboración internacional en el área CENG, 2003-2010.
Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus

CHEM - Chemistry

Son diecisiete los países que colaboran en el 1% de la producción colombiana en *Chemistry* (Tabla 28). De ellos, España participa con casi el 30% de los trabajos, tres veces superior a la colaboración sostenida con los Estados Unidos, que sin embargo, le significa la mayor visibilidad, en cuanto a citas por documento. Japón, de segundo en este indicador, le representa el 7,4.

Argentina es el principal socio latinoamericano, en producción y en citas por documento. Le siguen, en su orden, Chile, Venezuela, Brasil, México, con aportes muy aproximados entre sí, y finalmente Cuba, con los menores de la región.

CHEM				
Country	Ndoc	%Col	Cites	CpD
ESP	189	27,27%	1289	6,8
USA	68	9,81%	581	8,5
FRA	54	7,79%	358	6,6
DEU	49	7,07%	322	6,6
ARG	45	6,49%	301	6,7
CHL	37	5,34%	165	4,5
VEN	31	4,47%	143	4,6
BRA	28	4,04%	125	4,5
GBR	27	3,90%	171	6,3
MEX	26	3,75%	117	4,5
SWE	13	1,88%	51	3,9
CUB	12	1,73%	21	1,8
PRT	11	1,59%	66	6
JPN	11	1,59%	81	7,4
CHE	10	1,44%	52	5,2
RUS	8	1,15%	45	5,6
BEL	8	1,15%	39	4,9

Tabla 28. Colaboración internacional en el área CHEM, 2003-2010.
Fuente: SClmago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus

COMP - Computer Science

Como se evidencia en la Tabla 29, la colaboración de Colombia con España en *Computer Science*, le representa la mayor producción, con casi un 30%, mientras que con los Estados Unidos consigue el mayor número de citas, y con Suiza el máximo número de citas por documento. Éste último dato es significativo, teniendo en cuenta que se trata de la menor producción entre el grupo. También es curiosa la diferencia en el volumen de producción entre los dos primeros socios y la escasa visibilidad que alcanza la colaboración española, en contraste con su número de trabajos.

En el ámbito latinoamericano, los principales colaboradores son Chile, México y Brasil, seguidos por Venezuela, Cuba y Argentina. La mayor visibilidad se obtiene con México y Brasil.

COMP				
Country	Ndoc	%Col	Cites	CpD
ESP	155	28,44%	294	1,9
USA	68	12,48%	527	7,8
FRA	56	10,28%	178	3,2
GBR	26	4,77%	75	2,9
ITA	25	4,59%	73	2,9
CHL	21	3,85%	43	2,1
MEX	20	3,67%	81	4,1
DEU	19	3,49%	89	4,7
BRA	19	3,49%	63	3,3
CAN	19	3,49%	65	3,4
NLD	15	2,75%	62	4,1
VEN	14	2,57%	13	0,9
CUB	11	2,02%	5	0,5
BEL	11	2,02%	45	4,1
ARG	10	1,83%	30	3
CHE	6	1,10%	53	8,8

Tabla 29. Colaboración internacional en el área COMP, 2003-2010.
Fuente: SClmago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus

DEC - Decision Sciences

La **Tabla 30** enseña no sólo el grupo con el cual se comparte el 1% de la producción en DEC, sino todo el grupo de colaboradores: 12 en total. El volumen de trabajos es pequeño: de nuevo, España y Estados Unidos son los que principalmente aportan en número de documentos; seguidos por Chile, con el que se consigue mayor visibilidad que los anteriores. Pero es con Gran Bretaña que se obtiene el mayor impacto, mientras que con Dinamarca y Brasil no se consigue ninguno. Además de Chile, son socios latinoamericanos Venezuela, México, Brasil y Cuba, con cifras muy exiguas todavía.

DEC				
Country	Ndoc	%Col	Cites	CpD
ESP	21	32,31%	59	2,81
USA	13	20,00%	85	6,54
CHL	6	9,23%	61	10,2
CAN	5	7,69%	15	3
VEN	4	6,15%	8	2
FRA	4	6,15%	5	1,25
MEX	4	6,15%	21	5,25
GBR	3	4,62%	38	12,7
DNK	2	3,08%	0	0
BRA	1	1,54%	0	0
CHE	1	1,54%	4	4
CUB	1	1,54%	4	4

Tabla 30. Colaboración internacional en el área DEC, 2003-2010.
Fuente: SClmago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus

DEN - Dentistry

La colaboración internacional más significativa en el área DEN es la que muestra la **Tabla 31**. Aquí el volumen de trabajos es muy bajo, pero los colaboradores principales siguen siendo Estados Unidos, Gran Bretaña y España, aunque el primero dobla en producción a los otros dos. El número de citas por documento más importante, empero, está entre los países con menor colaboración: Nueva Zelanda, Suiza y Francia, en su orden.

En el ámbito latinoamericano, sobresale Chile con un 7% de la producción en esta área que arroja una buena visibilidad si se tiene en cuenta el contexto. Argentina y Brasil no distan mucho del volumen de producción de Chile, pero sí en el impacto. México es el de los menores valores en este grupo.

DEN				
Country	Ndoc	%Col	Cites	CpD
USA	21	19,09%	259	12,3
GBR	11	10,00%	147	13,4
ESP	10	9,09%	28	2,8
DNK	9	8,18%	79	8,78
ITA	9	8,18%	19	2,11
CHL	8	7,27%	68	8,5
GTM	6	5,45%	19	3,17
ARG	5	4,55%	3	0,6
BRA	5	4,55%	8	1,6
NLD	4	3,64%	50	12,5
DEU	3	2,73%	5	1,67
NZL	3	2,73%	97	32,3
FRA	3	2,73%	71	23,7
CHE	2	1,82%	62	31
FIN	2	1,82%	3	1,5
MEX	2	1,82%	1	0,5

Tabla 31. Colaboración internacional en el área DEN, 2003-2010.
Fuente: SClmago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus

EAR - Earth and Planetary Sciences

En comparación con muchas otras áreas, EAR refleja más dinámica, al compartir como mínimo diez documentos en colaboración con sus principales socios. Estados Unidos de primero, dobla la producción del segundo que es España y también consigue triplicar su número de citas por documento. No obstante, es con Australia que Colombia obtiene la mayor visibilidad, con apenas el 2% de este tipo de producción.

Otra particularidad el área EAR es la presencia de un mayor número de países latinoamericanos, que pocas veces aparecen como colaboradores de Colombia; entre ellos, Panamá, Perú, Ecuador y Bolivia, que sin bien reportan pocos trabajos, alcanzan buena visibilidad dentro del conjunto, superando incluso a Chile, en citas por documento, que además es el menor de entre los países incluidos en la **Tabla 32**.

EAR				
Country	Ndoc	%Col	Cites	CpD
USA	149	19,71%	1832	12,3
ESP	71	9,39%	297	4,18
GBR	63	8,33%	437	6,94
BRA	56	7,41%	375	6,7
DEU	53	7,01%	315	5,94
FRA	31	4,10%	171	5,52
NLD	25	3,31%	196	7,84
PAN	25	3,31%	150	6
VEN	19	2,51%	103	5,42
MEX	19	2,51%	84	4,42
CHE	18	2,38%	92	5,11
CHL	18	2,38%	67	3,72
AUS	17	2,25%	1163	68,4
PER	17	2,25%	135	7,94
CAN	16	2,12%	115	7,19
ARG	15	1,98%	68	4,53
JPN	15	1,98%	84	5,6
ECU	13	1,72%	72	5,54
BOL	11	1,46%	58	5,27
BEL	10	1,32%	64	6,4

Tabla 32. Colaboración internacional en el área EAR, 2003-2010.
Fuente: SClmago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus

ECO - Econometrics and Finance

La colaboración internacional en el área ECO arroja muy poca producción. En este caso, el 20% de los trabajos se realiza con los Estados Unidos, mientras el 10% es con Gran Bretaña. España aquí no es tan relevante como en otros casos, aunque ocupa el cuarto lugar. La mayor visibilidad se consigue dentro de la colaboración con los Países Bajos, seguidos por los Estados Unidos y Dinamarca, según los datos de la **Tabla 33**

De los cinco países latinoamericanos que colaboran en ECO, México aporta el mayor volumen y Brasil el mayor impacto, aunque se trate de cifras realmente bajas

ECO				
Country	Ndoc	%Col	Cites	CpD
USA	42	19,72%	246	5,86
GBR	21	9,86%	92	4,38
FRA	17	7,98%	69	4,06
ESP	11	5,16%	52	4,73
CAN	10	4,69%	20	2
DEU	8	3,76%	28	3,5
SWE	6	2,82%	4	0,67
MEX	5	2,35%	10	2
ITA	4	1,88%	11	2,75
DNK	4	1,88%	23	5,75
NLD	4	1,88%	41	10,3
VEN	4	1,88%	2	0,5
BEL	4	1,88%	13	3,25
ARG	4	1,88%	4	1
CHL	4	1,88%	2	0,5
KEN	3	1,41%	11	3,67
THA	3	1,41%	8	2,67
BRA	3	1,41%	5	1,67

Tabla 33. Colaboración internacional en el área ECO, 2003-2010.
Fuente: SClmago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus

ENER - Energy

La cuarta parte de la colaboración internacional en el área de *Energy* se realiza con los Estados Unidos, y la octava con España. Los demás países tienen tasas que no superan el 6%, empezando por Brasil. En esta área la sorpresa está justamente en la visibilidad que le otorga esta relación, que es bien superada por Cuba, aunque el número de citas es semejante, como lo demuestra la **Tabla 34**.

Entre los países de la región, también se encuentran Panamá, Venezuela, Argentina, Uruguay y Perú, pero con un mínimo de trabajos que dan a entender una colaboración muy incipiente, que no se explica ante el hecho de constituir un sector estratégico para el mundo y para Colombia.

ENER				
Country	Ndoc	%Col	Cites	CpD
USA	36	25,00%	171	4,75
ESP	18	12,50%	86	4,78
BRA	8	5,56%	98	12,3
DEU	8	5,56%	15	1,88
GBR	7	4,86%	41	5,86
FRA	6	4,17%	14	2,33
CHE	6	4,17%	16	2,67
CHL	6	4,17%	4	0,67
MEX	6	4,17%	5	0,83
BEL	5	3,47%	6	1,2
CUB	5	3,47%	96	19,2
CAN	5	3,47%	13	2,6
NLD	4	2,78%	17	4,25
PAN	3	2,08%	3	1
VEN	3	2,08%	9	3
ARG	3	2,08%	4	1,33
URY	2	1,39%	2	1
PER	2	1,39%	2	1
AUT	2	1,39%	2	1

Tabla 34. Colaboración internacional en el área ENER, 2003-2010.
Fuente: SClmago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus

ENG - Engineering

El área de Engineering que presenta la **Tabla 35**, limita su colaboración más representativa a 16 países, entre los cuales son España y Estados Unidos los que registran el mayor número de documentos. Los Países Bajos, por su parte, confieren a este tipo de colaboración la mayor visibilidad, seguida, por la que se consigue con los mismos Estados Unidos.

Brasil cuenta como tercer colaborador en el área, pero con un bajo impacto, característica común con los demás países latinoamericanos, incluyendo Chile y Argentina, que no alcanzan ni una cita por documento.

ENG				
Country	Ndoc	%Col	Cites	CpD
ESP	237	21,76%	664	2,8
USA	198	18,18%	1028	5,2
BRA	97	8,91%	214	2,2
FRA	71	6,52%	235	3,3
GBR	64	5,88%	208	3,3
MEX	54	4,96%	98	1,8
DEU	41	3,76%	124	3
CAN	34	3,12%	108	3,2
ITA	30	2,75%	92	3,1
CHL	27	2,48%	24	0,9
VEN	27	2,48%	38	1,4
CUB	21	1,93%	13	0,6
NLD	20	1,84%	117	5,9
ARG	15	1,38%	10	0,7
BEL	14	1,29%	51	3,6
POL	13	1,19%	8	0,6

Tabla 35. Colaboración internacional en el área ENG, 2003-2010.
Fuente: SClmago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus

ENV - Environmental Science

De acuerdo con la **Tabla 36**, Environmental Science refleja una buena dinámica respecto a otras áreas y en ella se observa la participación de países poco comunes en otras colaboraciones. Éste es el caso de Sudáfrica, cuyo alcance en el número de citas por documento supera significativamente todos los demás. La colaboración con Australia y Argentina arroja resultados similares en este indicador, lo mismo que entre Bélgica y Perú. En cambio, Estados Unidos y España, que constituyen los primeros socios en cuanto a volumen de trabajos, consiguen un impacto medido en este sentido. Entre los latinoamericanos, aparte de los de Argentina y Perú, resaltan los resultados de las citas por documento derivadas de la colaboración con Brasil, pero también llaman la atención los casos de Panamá y Ecuador, mientras que Venezuela Puerto Rico y Costa Rica son medidos. En México y en Chile están los menores valores de CpD.

ENV				
Country	Ndoc	%Col	Cites	CpD
USA	183	16,84%	3345	18,3
ESP	109	10,03%	805	7,39
GBR	76	6,99%	1569	20,6
BRA	63	5,80%	1790	28,4
FRA	58	5,34%	860	14,8
MEX	54	4,97%	508	9,41
DEU	46	4,23%	1196	26
CAN	39	3,59%	969	24,9
CHE	38	3,50%	528	13,9
CHL	25	2,30%	120	4,8
AUS	24	2,21%	943	39,3
ARG	22	2,02%	860	39,1
NLD	21	1,93%	134	6,38
VEN	20	1,84%	293	14,7
PAN	19	1,75%	559	29,4
PRI	18	1,66%	252	14
ECU	16	1,47%	466	29,1
ITA	15	1,38%	525	35
CRI	12	1,10%	163	13,6
BEL	12	1,10%	402	33,5
ZAF	12	1,10%	775	64,6
PER	12	1,10%	367	30,6

Tabla 36. Colaboración internacional en el área ENV, 2003-2010.
Fuente: SClmago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus

GRAL - General

Muchos países confluyen en el área GRAL, donde son características las altas tasas de citación, debido al prestigio y la interdisciplinariedad de las fuentes que la conforman. Ejemplos de ello, son las citas por documento obtenidas en la relación de Colombia con Corea, Singapur, y Perú. Suecia, Ecuador y Argentina también le reportan muy buena visibilidad, a pesar de que el número de documentos es mínimo.

Como es costumbre en la producción científica colombiana, los mayores colaboradores son Estados Unidos, Gran Bretaña y España, que en esta ocasión se ubican en los tres primeros lugares. Con más de diez documentos, también están los países latinoamericanos de Venezuela, Brasil y México, siendo Brasil el que ofrece la mayor visibilidad, un poco superior a la lograda con Estados Unidos, aunque un tanto menor que con Panamá. Todo ello puede verse en la **Tabla 37**.

GRAL				
Country	Ndoc	%Col	Cites	CpD
USA	39	14,83%	1703	43,7
GBR	20	7,60%	1100	55
ESP	19	7,22%	298	15,7
CAN	13	4,94%	538	41,4
VEN	11	4,18%	434	39,5
BRA	10	3,80%	487	48,7
MEX	10	3,80%	195	19,5
FRA	10	3,80%	487	48,7
DEU	10	3,80%	570	57
PAN	7	2,66%	420	60
AUS	7	2,66%	411	58,7
NLD	6	2,28%	381	63,5
IND	5	1,90%	258	51,6
CHE	5	1,90%	341	68,2
ITA	5	1,90%	287	57,4
ECU	5	1,90%	357	71,4
JPN	4	1,52%	232	58
CHN	4	1,52%	58	14,5
PER	4	1,52%	298	74,5
SWE	4	1,52%	288	72
KOR	3	1,14%	295	98,3
ZAF	3	1,14%	185	61,7
CRI	3	1,14%	145	48,3
CHL	3	1,14%	142	47,3
ARG	3	1,14%	213	71
SGP	3	1,14%	227	75,7

Tabla 37. Colaboración internacional en el área GRAL, 2003-2010.
Fuente: SClmag Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus

HEAL - Health

Health es un área con una escasa colaboración internacional. El principal socio es Estados Unidos con apenas 19 documentos, y los demás, en su mayoría, solo cuentan con uno; entre ellos, México, Cuba y Venezuela. Brasil, Puerto Rico y Argentina, por su parte, figuran dentro del grupo que muestra la **Tabla 38**, pero con cifras muy pequeñas.

De las citas por documento cabría destacar las obtenidas por Estados Unidos, España y Hong Kong, mientras hay otras sin ninguna.

HEAL									
Country	Ndoc	%Col	Cites	CpD	Country	Ndoc	%Col	Cites	CpD
USA	19	27,54%	224	11,8	MEX	1	1,45%	0	0
ESP	6	8,70%	38	6,33	CHN	1	1,45%	29	29
BRA	5	7,25%	39	7,8	LTU	1	1,45%	29	29
TWN	4	5,80%	56	14	NZL	1	1,45%	29	29
NOR	4	5,80%	56	14	SWE	1	1,45%	29	29
PRI	3	4,35%	27	9	CUB	1	1,45%	0	0
HKG	3	4,35%	29	9,67	IND	1	1,45%	29	29
GBR	2	2,90%	29	14,5	ZAF	1	1,45%	7	7
PRT	2	2,90%	38	19	JPN	1	1,45%	29	29
CAN	2	2,90%	29	14,5	VEN	1	1,45%	1	1
ARG	2	2,90%	32	16	BEL	1	1,45%	29	29
ITA	1	1,45%	4	4	AUS	1	1,45%	29	29
CZE	1	1,45%	29	29	SAU	1	1,45%	29	29
KEN	1	1,45%	7	7	FRA	1	1,45%	4	4

Tabla 38. Colaboración internacional en el área HEAL, 2003-2010.
Fuente: SClmag Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus

IMMU - Immunology

La colaboración que se lleva a cabo al interior de IMMU es liderada por Estados Unidos, que aporta casi una cuarta parte de la producción en el área, seguido por España que supera un poco más de los cien documentos, pero representa casi la tercera parte de USA. Teniendo en cuenta esto, lo demás son muy bajos los porcentajes de colaboración que muestra la **Tabla 39**.

Entre ellos se encuentran países latinoamericanos como Brasil, Argentina, México, Perú y Chile, con los que Colombia también encuentra una moderada visibilidad.

Los puntos más altos de citas por documento se deben a la relación de Colombia con Australia, Países Bajos, Bélgica, que prácticamente doblan la alcanzada con Estados Unidos.

IMMU				
Country	Ndoc	%Col	Cites	CpD
USA	340	23,42%	6248	18,4
ESP	125	8,61%	2287	18,3
BRA	92	6,34%	1622	17,6
GBR	90	6,20%	1698	18,9
FRA	64	4,41%	1705	26,6
ARG	57	3,93%	1143	20,1
MEX	48	3,31%	1177	24,5
PER	41	2,82%	1009	24,6
DEU	38	2,62%	1297	34,1
CHL	38	2,62%	536	14,1
CAN	37	2,55%	1145	31
CHE	35	2,41%	1044	29,8
ITA	25	1,72%	884	35,4
AUS	24	1,65%	1223	51
VEN	23	1,58%	467	20,3
NLD	18	1,24%	959	53,3
BEL	18	1,24%	778	43,2
CRI	15	1,03%	229	15,3

Tabla 39. Colaboración internacional en el área IMMU, 2003-2010.
Fuente: SClmag Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus

MAT - Materials Science

En el área de *Materials* es España el principal país en colaborar con Colombia, compartiendo casi un 20% de la producción total en el área. Luego están Brasil y Estados Unidos, con el 14% cada una. Sin embargo, es Suecia la que favorece la mayor visibilidad, seguido por Argentina y España.

Seis países latinoamericanos forman parte del conjunto que enseña la **Tabla 40**, donde también figuran países como Japón, Italia y Armenia, cuyas citas por documento están entre los rangos más comunes del grupo: de 3 a 5.

MAT				
Country	Ndoc	%Col	Cites	CpD
ESP	142	19,89%	796	5,6
BRA	101	14,15%	362	3,6
USA	100	14,01%	456	4,6
FRA	59	8,26%	296	5
MEX	55	7,70%	263	4,8
DEU	32	4,48%	125	3,9
ARG	28	3,92%	168	6
CHL	24	3,36%	83	3,5
GBR	23	3,22%	78	3,4
VEN	18	2,52%	82	4,6
CUB	14	1,96%	64	4,6
BEL	12	1,68%	50	4,2
JPN	10	1,40%	51	5,1
SWE	10	1,40%	90	9
ITA	10	1,40%	50	5
ARM	8	1,12%	29	3,6

Tabla 40. Colaboración internacional en el área MAT, 2003-2010.
Fuente: SClmag Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus

MATH - Mathematics

Aunque no se destaca por el volumen de documentos, la colaboración del área MATH que muestra la **Tabla 41** se caracteriza por una gran variedad de países, algunos de los cuales se registran por primera vez como socios colaboradores de Colombia. Entre ellos, India, Finlandia, Taiwán, Ucrania, Grecia, Bielorrusia. A la vez siguen figurando España, Estados Unidos y Brasil en los tres primeros lugares, pero con tasas de colaboración que no exceden el 8% de la producción total del área.

Aun así, los resultados de citas por documento en general son buenos, teniendo en cuenta que ninguno está en cero, como sucede en otras áreas, y que en su mayoría se acercan a las dos cifras. Solo los trabajos hechos con Venezuela, tienen el menor impacto, mientras que el más alto se debe a los Países Bajos.

De los seis países latinoamericanos con los que Colombia establece colaboración en MATH, Argentina le permite la mayor visibilidad, y luego está Ecuador.

MATH				
Country	Ndoc	%Col	Cites	CpD
ESP	169	7,55%	550	3,25
USA	152	6,79%	996	6,55
BRA	115	5,14%	819	7,12
FRA	110	4,92%	779	7,08
MEX	103	4,60%	603	5,85
GBR	99	4,42%	831	8,39
DEU	90	4,02%	706	7,84
CHN	74	3,31%	652	8,81
RUS	69	3,08%	705	10,2
IND	66	2,95%	547	8,29
CHE	64	2,86%	670	10,5
KOR	60	2,68%	588	9,8
IRL	59	2,64%	476	8,07
CAN	57	2,55%	492	8,63
ITA	54	2,41%	405	7,5
ARG	54	2,41%	519	9,61
NLD	47	2,10%	661	14,1
SWE	43	1,92%	489	11,4
FIN	42	1,88%	304	7,24
CZE	41	1,83%	484	11,8
ECU	38	1,70%	347	9,13
CHL	33	1,47%	249	7,55
BEL	27	1,21%	137	5,07
PRT	27	1,21%	270	10
VEN	26	1,16%	42	1,62
AUT	25	1,12%	263	10,5
TWN	25	1,12%	302	12,1
UKR	24	1,07%	135	5,63
GRC	24	1,07%	269	11,2
POL	23	1,03%	283	12,3
BLR	23	1,03%	263	11,4

Tabla 41. Colaboración internacional en el área MATH, 2003-2010.
Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus

MED - Medicine

En la **Tabla 42** se observan los 21 países que colaboran con Colombia en el área de MED, con producción superior al 1% del total. Por volumen de trabajos, Estados Unidos ocupa el primer lugar, con una cifra que prácticamente duplica al segundo que es España y cuatriplica el tercero que es México. Igual sucede con Brasil, que le sigue.

En cuanto a la visibilidad, de nuevo es la colaboración de los Países Bajos la que obtiene la mayor cifra de citas por documento, seguidos por Canadá y Australia.

De Latinoamérica, se destacan los resultados que le reporta sobre todo la compañía de México, a los que le siguen los de Perú, Brasil, Argentina, Chile y Venezuela, en igual indicador.

MED				
Country	Ndoc	%Col	Cites	CpD
USA	1002	19,58%	16040	16
ESP	487	9,52%	5822	12
MEX	259	5,06%	5376	20,8
BRA	257	5,02%	4124	16,1
ARG	191	3,73%	3278	17,2
CHL	186	3,63%	2174	11,7
FRA	180	3,52%	4296	23,9
GBR	170	3,32%	3040	17,9
CAN	165	3,22%	4397	26,7
VEN	128	2,50%	1883	14,7
PER	125	2,44%	2353	18,8
ITA	117	2,29%	2972	25,4
DEU	111	2,17%	2646	23,8
AUS	90	1,76%	2356	26,2
NLD	84	1,64%	2832	33,7
JPN	83	1,62%	1765	21,3
BEL	80	1,56%	1949	24,4
CHN	61	1,19%	1378	22,6
IND	60	1,17%	1210	20,2
CHE	59	1,15%	1324	22,4
ISR	53	1,04%	1242	23,4

Tabla 42. Colaboración internacional en el área MED, 2003-2010.
Fuente: SClmago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus

NEU - Neuroscience

El área de *Neuroscience* que presenta la **Tabla 43**, cuenta con un volumen de producción pequeño, donde los principales colaboradores son Estados Unidos, España y Francia, y participan países poco frecuentes en otras áreas, como Bélgica, Líbano, Israel, Nigeria y Bulgaria.

De esta colaboración, la mayor visibilidad está dada por la copublicación con Alemania e Italia, sin contar con las citas que arroja la producción con Estados Unidos.

Países latinoamericanos, solo hay tres: Brasil y México, con igual número de documentos, y Argentina con apenas cinco. La mayor visibilidad la brinda México, con una cifra cuatro veces mayor a la brasilera

NEU				
Country	Ndoc	%Col	Cites	CpD
USA	70	17,07%	1123	16
ESP	40	9,76%	614	15,4
FRA	21	5,12%	576	27,4
ITA	20	4,88%	962	48,1
BRA	19	4,63%	74	3,89
MEX	19	4,63%	388	20,4
NLD	19	4,63%	451	23,7
BEL	16	3,90%	444	27,8
JPN	16	3,90%	254	15,9
LBN	14	3,41%	375	26,8
AUT	14	3,41%	134	9,57
GBR	14	3,41%	184	13,1
DEU	11	2,68%	849	77,2
ISR	11	2,68%	199	18,1
HKG	11	2,68%	91	8,27
NGA	10	2,44%	170	17
AUS	8	1,95%	39	4,88
CAN	8	1,95%	66	8,25
NZL	7	1,71%	179	25,6
CHN	7	1,71%	175	25
ARG	5	1,22%	20	4
IND	5	1,22%	19	3,8
BGR	5	1,22%	19	3,8

Tabla 43. Colaboración internacional en el área NEU, 2003-2010.
Fuente: SClmago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus

NUR - Nursing

La producción colombiana en el área de *Nursing* (Tabla 44) revela una colaboración internacional incipiente, a juzgar por el número de documentos, aunque el grupo de países que superan el 1% de la producción es de 28. En esta ocasión, los tres primeros lugares son para Estados Unidos, Brasil y Canadá, a pesar de que el primero prácticamente duplica las cifras de los otros dos.

México, Perú, Chile, Venezuela y Puerto Rico contribuyen a la colaboración latinoamericana de esta área, pero solo el primero deriva en una visibilidad importante dentro del grupo. Suiza y Sudáfrica arrojan las mejores cifras en citas por documento, aunque también son significativas las logradas en la colaboración con Francia y España.

NUR				
Country	Ndoc	%Col	Cites	CpD
USA	22	15,38%	279	12,7
BRA	12	8,39%	89	7,42
CAN	11	7,69%	79	7,18
ESP	10	6,99%	201	20,1
FRA	6	4,20%	151	25,2
HKG	5	3,50%	189	37,8
MEX	5	3,50%	140	28
JPN	4	2,80%	162	40,5
TWN	4	2,80%	67	16,8
AUS	4	2,80%	162	40,5
NGA	3	2,10%	133	44,3
NLD	3	2,10%	133	44,3
ITA	3	2,10%	133	44,3
PER	3	2,10%	7	2,33
GBR	3	2,10%	57	19
DEU	3	2,10%	111	37
ISR	3	2,10%	133	44,3
LBN	3	2,10%	133	44,3
NOR	3	2,10%	40	13,3
CHL	3	2,10%	2	0,67
BEL	3	2,10%	139	46,3
VEN	2	1,40%	0	0
HND	2	1,40%	8	4
PRI	2	1,40%	11	5,5
IND	2	1,40%	56	28
ZAF	2	1,40%	98	49
CHE	2	1,40%	110	55
CHN	2	1,40%	64	32

Tabla 44. Colaboración internacional en el área NUR, 2003-2010.

Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus

PHAR - Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics

Son diecisiete los países que colaboran con el 1% de la producción colombiana en PHAR, según enseña la Tabla 45. En esta ocasión, el primer lugar es para España, que duplica el número de trabajos hechos con Estados Unidos y cuatriplica los de Argentina. México y Brasil están el mismo orden.

Hay mucha presencia latinoamericana en esta área, que da lugar a diez países. Destaca la participación similar de Perú, Chile, Bolivia y Cuba, aunque es Panamá donde ocurre el mayor número de citas por documento de la región.

PHAR				
Country	Ndoc	%Col	Cites	CpD
ESP	73	21,86%	419	5,74
USA	37	11,08%	375	10,1
ARG	17	5,09%	176	10,4
MEX	15	4,49%	127	8,47
CAN	15	4,49%	86	5,73
BRA	15	4,49%	145	9,67
FRA	13	3,89%	68	5,23
VEN	12	3,59%	51	4,25
CRI	11	3,29%	93	8,45
ITA	9	2,69%	53	5,89
GBR	9	2,69%	82	9,11
PER	8	2,40%	71	8,88
CHL	8	2,40%	64	8
BOL	7	2,10%	41	5,86
DEU	7	2,10%	33	4,71
CUB	6	1,80%	8	1,33
JPN	5	1,50%	20	4
CHE	5	1,50%	90	18
PAN	4	1,20%	45	11,3

Tabla 45. Colaboración internacional en el área PHAR, 2003-2010.

Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus

PHY - Physics and Astronomy

Las características que enseña la **Tabla 46** respecto a la producción en colaboración que se realiza al interior de PHY, permiten decir que se trata de un área con una gran dinámica, según el número de publicaciones compartidas, que con excepción de Polonia, supera los cien documentos. Los primeros tres lugares son para Gran Bretaña, Brasil y Estados Unidos, con quienes se comparte entre el 5 y el 7% de esta producción. El número de citas también supera las mil en todos los casos (excepto dos), aunque con cifras moderadas que destacan a los Países Bajos y Polonia con 13 y 12, respectivamente, seguidos por Corea y Ecuador con 12,3

Países latinoamericanos solo hay cuatro: Brasil, México, Argentina y Ecuador, con una proporción de citas semejante al conjunto.

PHY				
Country	Ndoc	%Col	Cites	CpD
GBR	490	7,06%	4148	8,47
BRA	399	5,75%	3542	8,88
USA	379	5,46%	3771	9,95
ESP	349	5,03%	1397	4
DEU	335	4,83%	3458	10,3
FRA	333	4,80%	3740	11,2
MEX	327	4,71%	3201	9,79
ARG	282	4,06%	3051	10,8
RUS	272	3,92%	3223	11,9
IND	262	3,78%	3154	12
CHN	253	3,65%	2900	11,5
CAN	242	3,49%	2844	11,8
SWE	242	3,49%	2911	12
KOR	240	3,46%	2947	12,3
NLD	232	3,34%	3096	13,3
CZE	227	3,27%	2730	12
IRL	223	3,21%	2521	11,3
CHE	221	3,18%	2654	12
ECU	207	2,98%	2546	12,3
FIN	111	1,60%	1038	9,35
ITA	106	1,53%	787	7,42
POL	72	1,04%	894	12,4

Tabla 46. Colaboración internacional en el área PHY, 2003-2010.
Fuente: SClmago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus

PSY - Psychology

El área de *Psychology* que enseña la **Tabla 47** reporta cifras muy bajas en todos los indicadores, lo que revela una dinámica incipiente, que también se constata por la colaboración de solo quince países con los que Colombia comparte el 1% de esta producción.

En los tres primeros lugares están España, Estados Unidos y Chile. Suiza y Países Bajos ofrecen la mayor visibilidad, seguidos por Italia. De los países latinoamericanos se destaca el número de citas por documento que se obtiene de la colaboración con Argentina.

PSY				
Country	Ndoc	%Col	Cites	CpD
ESP	61	19,30%	218	3,57
USA	42	13,29%	252	6
CHL	13	4,11%	60	4,62
BRA	11	3,48%	50	4,55
MEX	10	3,16%	56	5,6
FRA	8	2,53%	52	6,5
GBR	8	2,53%	110	13,8
CAN	8	2,53%	55	6,88
ITA	6	1,90%	93	15,5
ARG	6	1,90%	40	6,67
PRT	5	1,58%	47	9,4
CHE	4	1,27%	82	20,5
VEN	4	1,27%	8	2
NLD	4	1,27%	81	20,3
JPN	4	1,27%	45	11,3

Tabla 47. Colaboración internacional en el área PSY, 2003-2010.
Fuente: SClmago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus

SOC - Social Sciences

A pesar de la importancia estratégica que le ha dado el país, la colaboración en el área SOC es bastante limitada, como lo demuestran los datos de la **Tabla 48**. Por el momento, Estados Unidos, España y Chile ocupan los primeros lugares por el volumen de esta colaboración que de todas maneras es muy bajo, pues no alcanza ni los cien documentos; de hecho, con Chile solo se reportan 27. . En términos de visibilidad, la copublicación con Bélgica arroja los mejores resultados del grupo, seguido por los que proporciona Gran Bretaña.

De los países latinoamericanos sobresale Chile, como se ha visto. México y Brasil, están también en las primeras líneas, pero con cifras muy pequeñas.

SOC				
Country	Ndoc	%Col	Cites	CpD
USA	88	20,56%	398	4,5
ESP	72	16,82%	156	2,2
CHL	27	6,31%	100	3,7
GBR	27	6,31%	176	6,5
FRA	20	4,67%	57	2,9
MEX	17	3,97%	27	1,6
BRA	14	3,27%	54	3,9
ITA	13	3,04%	75	5,8
CAN	12	2,80%	35	2,9
VEN	12	2,80%	3	0,3
NLD	11	2,57%	14	1,3
ARG	11	2,57%	56	5,1
DEU	6	1,40%	5	0,8
BEL	6	1,40%	45	7,5
CHE	6	1,40%	30	5
AUT	6	1,40%	11	1,8
AUS	6	1,40%	30	5
PRI	5	1,17%	30	6
CUB	5	1,17%	13	2,6

Tabla 48. Colaboración internacional en el área SOC, 2003-2010.
Fuente: SClmago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus

VET - Veterinary

Para finalizar, la **Tabla 49** muestra los países que colaboran con Colombia, por lo menos en el 1% de la producción científica del área VET. Teniendo en cuenta que el máximo valor en volumen de producción es el de Brasil, con 36 documentos, se desprende que es una colaboración bastante escasa la que se lleva a cabo aquí. Sin embargo, entre los colaboradores, se cuenta con países como Bélgica, Kenya, Italia, Alemania y Portugal, además de los más frecuentados por Colombia en otras áreas temáticas. De éstos, es Suiza la que mayor visibilidad confiere en cuanto a citas por documento, seguido por Francia. A pesar del lugar que ocupa Brasil como colaborador en producción, la visibilidad que se obtiene es de las menores del grupo, superada por las que se derivan de la colaboración con Estados Unidos y España, que le siguen.

De los cinco países latinoamericanos que más colaboran en VET, solo Argentina logra una visibilidad importante, dados los demás puntajes del grupo.

Country	VET			
	Ndoc	%Col	Cites	CpD
BRA	36	24,66%	40	1,11
USA	23	15,75%	133	5,78
ESP	23	15,75%	91	3,96
CHE	9	6,16%	97	10,8
VEN	7	4,79%	5	0,71
CAN	7	4,79%	18	2,57
CHL	6	4,11%	4	0,67
MEX	5	3,42%	2	0,4
FRA	4	2,74%	38	9,5
GBR	4	2,74%	30	7,5
ARG	3	2,05%	14	4,67
BEL	3	2,05%	10	3,33
KEN	2	1,37%	3	1,5
ITA	2	1,37%	1	0,5
DEU	2	1,37%	4	2
PRT	2	1,37%	6	3

Tabla 49. Colaboración internacional en el área VET, 2003-2010.
Fuente: SCLmag Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus

5. CONCLUSIONES

Antes de pasar a las conclusiones, es importante recordar las limitaciones señaladas en el estudio (apartado 1.2), y que están especialmente relacionadas con el uso de una base de datos en particular, lo que determina una visión parcial de la ciencia colombiana, aún con lo comprensiva, válida e interdisciplinar que es la fuente seleccionada. El hecho de que sea un estudio cuantitativo también constituye una limitación y las conclusiones deben leerse como complemento de otros análisis a tener en cuenta para una evaluación de la investigación que hace el país. La representación de la producción científica colombiana con visibilidad internacional es solo uno de los referentes de esa evaluación, considerando además, que el período que aquí se estudia corresponde a una etapa especial de la actividad científica del

país, en cuanto recién empieza a reaccionar a las tendencias globales de la comunicación científica y, por tanto, apenas comienza a formar parte de las bases de datos de citas interdisciplinarias y de alcance mundial. De ahí, que es preliminar la aplicación de muchos indicadores, que necesitan del paso del tiempo para estabilizarse y revelar el real comportamiento de la producción científica colombiana. Pero esto mismo le da particularidad al estudio, en la medida en que corresponde a la etapa inicial de la incursión de Colombia en los grandes referentes de la información para la comunidad científica.

En función de los objetivos generales y específicos que se trazaron, las conclusiones apuntan a precisar las características generales de la estructura intelectual del dominio científico colombiano a partir del conjunto de publicaciones homologadas internacionalmente en la base de datos *SciVerse Scopus®* durante el período 2003-2010, dando cuenta de las dimensiones socioeconómica, cuantitativa, cualitativa y de colaboración científica de esa producción. Todo ello, a la luz del paradigma del análisis de dominio que invita a tener en cuenta los contextos para interpretarlos adecuadamente.

- CONTEXTO Y DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA DE LA CIENCIA COLOMBIANA

Empezando por el contexto, las especificidades del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, la situación socioeconómica del país, y los recursos destinados a Investigación y Desarrollo, revelan lo siguiente:

- Colombia cuenta con un Sistema Nacional de CT+I relativamente joven, cuya estructura administrativa ha cambiado con las épocas. En este proceso, se dan pasos hacia su consolidación, que le permiten cierto posicionamiento y desarrollos, pero conlleva mucha variabilidad en la definición de políticas, programas y estrategias, así como en los modelos de evaluación utilizados para la investigación y con los que Colombia intenta aproximarse gradualmente a las lógicas y tendencias de la ciencia mundial. Esta inestabilidad, unida al desajuste con las pautas de la comunicación científica internacional, también inciden en los resultados de la producción científica que aquí se analizan.

- A pesar de los esfuerzos modernizadores del Estado iniciados con la Constitución Nacional de 1991, los problemas esenciales de la sociedad colombiana, lejos de resolverse, se agudizan. La violencia, la corrupción y la impunidad se han convertido en verdaderos obstáculos al desarrollo humano y social, resultando especialmente afectados sectores como la educación, la ciencia, la tecnología y la innovación, que reflejan un evidente atraso.
- De esta realidad se resaltan los importantes recursos que se destinan a combatir la violencia, al punto que se calcula que la inversión del país en Defensa es del orden del 4,5% del PIB, en tanto que por corrupción también se calculan montos exorbitantes, que van desde los cuatro hasta los diez billones de pesos colombianos.
- Mientras el mundo invierte un promedio de 1,77% en I+D y los países más desarrollados un 2,32%, Colombia no pasa de un histórico 0,1%; sólo en los últimos años se puede evidenciar un leve incremento de 0,11-0,15%. De cualquier modo, no alcanza siquiera la inversión promedio que hacen los países en desarrollo del mundo y está todavía más distante del promedio de la región latinoamericana, que lo supera un poco más de seis veces. Aún en este ámbito, **su inversión es la más baja de entre los países seleccionados para el estudio** y, además, bastante más alejada de ellos. También está lejos de invertir un 2% del PIB en actividades de ciencia, tecnología e innovación, meta que se ha propuesto para 2019. Ahora, al observar la inversión en I+D en millones de dólares, revela la misma situación: Colombia es el país que menor esfuerzo realiza en la materia, aún en el contexto de todos sus vecinos.
- Esta situación se corresponde con la inversión en I+D por Investigador EJC, rubro en el que de nuevo Colombia reporta una de las cifras más bajas de Latinoamérica, como también lo es su número de Investigadores EJC en I+D por cada mil habitantes de la PEA, que la pone muy por debajo del promedio latinoamericano. Solo logra destacarse un poco respecto a la inversión por investigador que hace Argentina, aunque este país multiplica por seis veces y un

poco más, el número de investigadores por millón de habitantes que tiene Colombia. Pero la situación más reveladora puede hacerse respecto a Chile, país que en 2009 registra un PIB inferior a Colombia (US\$159.328,41 y US\$233.326,84, respectivamente) y sin embargo, invierte un 0,43% del mismo en I+D, mientras Colombia apenas un 0,15%; a la vez que Chile tiene 355 investigadores por millón de habitantes y Colombia solo 161. Aun así, teniendo en cuenta que la línea base fue pequeña, el número de investigadores activos en 2009 supera el doble de la cifra reportada en 2000, con una tasa de crecimiento anual del 7,89%.

- Al observar la relación entre el número de documentos por millón de habitantes, que determina la eficiencia del sistema, puede decirse que Colombia avanza significativamente pasando de 47,19 documentos por millón de habitantes en 2006 a 88,61 en 2009. Aún así se mantiene en los últimos lugares de la región, en el contexto de la cual Chile lleva la delantera con una relación de 373,85 documentos por millón de habitantes en 2009, cuando en 2006 tenía 293,12.
- Ahora, la relación entre el número de documentos por investigador por año, da cuenta de la productividad del sistema. En este caso, Chile vuelve a estar a la delantera, registrando en 2009 una relación de 0,72, mientras Colombia registra 0,51 y Brasil 0,41.
- La posibilidad de contar con un grupo importante de científicos dedicados a I+D está directamente relacionada con las capacidades que tiene un país para formar investigadores del más alto nivel y en esto Colombia también está bastante rezagada. Inclusive en el contexto latinoamericano, está entre los países con menores niveles de graduación de doctores y magísteres: 152 y 4.276 en 2009, respectivamente, cuando el total latinoamericano en ese año fue de 15.249 y 115.206. Cabe esperar que las políticas de fortalecimiento a los programas de posgrado nacionales, y de becas de formación avanzada en el exterior, propicien un cambio notable en el capital humano que lidere la ciencia colombiana.
- Una caracterización del grupo de investigadores a 2009, indica que la mujer se va abriendo paso en el mundo de la ciencia, aunque éste sigue siendo

mayoritariamente masculino (62,76%). La gran mayoría de los investigadores ostenta el grado de maestría, y en menor medida el de doctor; en un punto intermedio están los licenciados o equivalentes. El 40% de ellos se dedican a la investigación de las Ciencias Sociales y Humanas, y un 38% a las Ciencias Exactas y Naturales, Ingeniería y Tecnología; los demás, pertenecen a las Ciencias Médicas (14%) o a las Ciencias Agrícolas (8%).

- Las políticas que incentivan la comunicación científica colombiana, varían conforme se avanza en las capacidades nacionales para la ciencia, la tecnología y la innovación, y el país se pone a tono con las tendencias mundiales del sector.
- Todos los incentivos para la producción científica de los investigadores están determinados por el Sistema Nacional de Indexación y Homologación de Revistas Especializadas en CT+I Publindex, creado por Colciencias, en tanto que para las instituciones de educación superior se tiene en cuenta, además, el número de revistas indexadas en Publindex que ellas editan.
- La estructura de este Sistema ha tenido dos efectos adversos: una valoración de revistas nacionales que no se corresponde con criterios internacionales; y la edición de un número importante de títulos propios que no se corresponde con la capacidad científica del país. En consecuencia, este Sistema ha hecho que no se traten en igualdad de condiciones todas las publicaciones y por tanto, no constituya un sistema eficiente de incentivos. Para corregirlo, es necesario estimular la publicación científica de los investigadores en función del nivel de las revistas y no de su nacionalidad.
- Como efectos positivos, se pueden mencionar dos: una mayor cultura de la comunicación científica entre los actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación; y unas mejores prácticas en la edición científica que han permitido el ingreso de revistas colombianas a los índices internacionales de citas. Esta situación favorable coincide con la política de ampliación de cobertura geográfica de Scopus, que al aplicarse, encuentra publicaciones colombianas que se ajustan a sus criterios de calidad internacional. Ambos

efectos han permitido una mayor presencia de Colombia en las bases de datos de citas, con un destacado incremento en la producción científica que reporta, respecto a sus vecinos latinoamericanos. No obstante, las revistas colombianas deben moderar sus tasas de endogamia e incrementar la internacionalización para mejorar sus indicadores de impacto y su respectiva ubicación por cuartiles. En este propósito, debe cambiarse el Decreto 1279 cuando restringe el número de autores por artículo.

- El panorama descrito está en proceso de cambio, pues en 2013 se producen unos nuevos lineamientos de Publindex tanto para la indexación de revistas como para la clasificación de los SIRES, con la intención de moverse con mayor decisión hacia el contexto internacional. A la vez, está en proceso de modificación el Decreto 1279 que también busca cambios sustanciales en el sistema de incentivos para los profesores universitarios.

- **DIMENSIÓN CUANTITATIVA DE LA PRODUCCION CIENTÍFICA**

Pese al panorama anterior, Colombia participa en el mundo de la comunicación científica internacional, con una producción que tiene las siguientes características:

- En cuanto al volumen, en 2010 el total de documentos de la producción científica colombiana apenas constituye un 0,18% de la ciencia mundial y un 4.76% de la latinoamericana. Recordando que este indicador ofrece una idea general del tamaño del país, el resultado no es muy satisfactorio; de hecho, ocupa la posición 54 del mundo en el Ranking Mundial SJR y el 5° del Latinoamericano. Vale acotar que en el contexto mundial es superado en 39 posiciones por Brasil, que se ubica en el puesto 15, y en 10 posiciones por Chile, su inmediato antecesor de la región, lo que quiere decir que los rangos entre las posiciones también señalan diferencias importantes y retos por superar.
- La producción científica con visibilidad internacional de Colombia tiene la tasa de crecimiento más alta de Latinoamérica, con una variación de 298.73% en el

período; entre 2003 y 2010 dobla el promedio de Chile y sobrepasa en 7 puntos a Brasil.

- Esta tasa de crecimiento se explica por la confluencia de varios factores: El desarrollo progresivo que ha tenido su Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y las políticas, programas y estrategias que desde allí se impulsan para incentivar la actividad científica de instituciones, grupos e investigadores. La reacción positiva del país ante la necesidad de insertarse adecuadamente en el circuito de la comunicación científica mundial, para validar su investigación publicando en revistas con visibilidad internacional a la vez que mejora las prácticas editoriales de sus propias revistas científicas. El importante esfuerzo en investigación que realizan las grandes universidades públicas y la apuesta que en el mismo sentido empiezan a hacer algunas de las privadas. La cualificación académica de los investigadores colombianos, que amplía y fortalece el capital humano dedicado a CT+I y su participación activa en redes de colaboración científica en los ámbitos nacional e internacional, que a su vez también fortalece el capital social dedicado a la materia. Las políticas de cobertura de Elsevier, que ahora incluye un buen número de revistas latinoamericanas en Scopus.
- La producción liderada se mueve en el rango del 60-70% del total; sin embargo, la de excelencia apenas llega a representar el 8,53%, cuando lo esperado es el 10%. Esto afecta la presencia de producción de excelencia liderada, que apenas bordea el 3% de la misma. Si se tiene en cuenta que *la producción de excelencia liderada es aquella que da cuenta del verdadero potencial del país para generar conocimiento científico del más alto nivel*, su representación es bastante precaria.
- Los tipos *Article*, *Conference Paper* y *Review* son los característicos de la producción primaria citable, y también lo son en el caso colombiano, siendo el *Article* el principal y el más numeroso en todos los casos, como era de esperarse; prácticamente se cuadruplica en la producción de excelencia y de excelencia liderada y se triplica en la producción total y la liderada. En 2010 el tipo *Article* representa el 76,97% de la producción total y el 89,38% de la excelencia liderada.

- El 69,87% de la producción científica colombiana es publicada en inglés, en tanto el 31,17% se escribe en español, el idioma oficial del país y el de un buen número de revistas hispanoamericanas ya indexadas por *SciVerse Scopus®*. De los once idiomas identificados, únicamente las publicaciones en inglés y en español logran estar en el grupo de la producción de excelencia y la de excelencia y liderada.
- La ubicación de Colombia en el quinto lugar del ranking latinoamericano SJR se mantiene, ya sea que se trate de producción absoluta, de excelencia, liderada o de excelencia liderada; de hecho, los primeros cinco países latinoamericanos mantienen su posición en los respectivos rankings, así: Brasil, México, Argentina, Chile y Colombia, si bien las distancias entre cada posición son también significativas.

- **DIMENSIÓN CUALITATIVA**

Esta dimensión está determinada por la inclusión de un número considerable de revistas latinoamericanas en la base de datos Scopus durante el período de esto, ya que la dinámica de las citaciones, de la cual depende la aplicación de varios indicadores cualitativos, requiere un buen tiempo de estabilidad para llegar a conclusiones confiables. Por la misma razón, se presentan descensos generalizados en algunos resultados, con lo cual el análisis de la dimensión cualitativa debe entenderse como aproximada.

- En promedio, Colombia alcanza 4,46 citas promedio por documento, ocupando el penúltimo lugar entre los países seleccionados, pero acorde con la tendencia general.
- En cuanto a la relación entre citas externas recibidas y las autocitas, Colombia presenta una buena proporción, con un nivel de autocitación medido (17,46%) y un porcentaje de citas externas superior al 80%, lo que indica un buen reconocimiento de la producción colombiana en el ámbito internacional.

- El número de citas y de citas por documento que se logran con productos en español, distan mucho de los alcanzados con las publicaciones en inglés: 0,72 y 6,08 respectivamente, en la producción total. El portugués recibe un número de citas por documento un poco superior al español: 0,78.
- Pese a la escasa producción de excelencia, en idioma español, el número de citas por documento llega a ser la mitad de la obtenida por las publicadas en inglés (16,55).
- En cuanto a la producción de excelencia liderada, 15 documentos en español lograron 14,87 citas por documento cuando los 462 publicados en inglés obtuvieron 20,56.
- La producción científica colombiana se publica en 3.891 fuentes de las más de 30.000 indexadas por SciVerse Scopus. De ellas, 44 son colombianas.
- Las fuentes que publican trabajos colombianos son en su mayoría del primer cuartil. Allí se ubica el 31,16% de los documentos, mientras que en el cuarto cuartil está el 20%. Esta situación es positiva, aunque se observa la tendencia no deseable de aumentar el cuarto cuartil, en disminución del primero.
- 15 fuentes han publicado más de cien trabajos colombianos, 12 de ellas son editadas en el país y, en su mayoría, pertenecen al área de la salud. Las otras tres proceden de Alemania, Estados Unidos y Países Bajos.
- De acuerdo con los países editores, Estados Unidos es el principal destino de publicación, superando un poco más de dos veces el número de títulos de Gran Bretaña, que es el segundo; luego están Holanda, Alemania y España. Entre los latinoamericanos, se destaca Brasil.
- De estas fuentes de publicación se deriva un promedio de 8 citas por documento durante el período, cuando se trata de Estados Unidos (6,38), Gran Bretaña

(8,01), Holanda (7,48), Alemania (4,46) y España (1,51), mientras que de Brasil es de 2,64 y Colombia es de 0,44.

- La producción de excelencia liderada se publica en 366 fuentes; 11 de ellas contienen por lo menos 5 documentos colombianos. En los primeros lugares están Holanda (15), Alemania (12) y Colombia (7); éste corresponde a la revista *Biomédica*, siendo el único título colombiano en este grupo.
- Como es natural, cerca del 60% de estas fuentes son revistas Q1 y su tendencia es positiva. Igual ocurre con las revistas Q2. Sin embargo, el impacto normalizado de estos cuartiles no alcanza los promedios mundiales y apenas bordean los del ámbito latinoamericano, excepto en el 2004 cuando revistas Q4 obtienen un impacto normalizado relativo al mundo importante (1,68), que a su vez representa el 2,18 relativo a Latinoamérica, el más alto de todo el conjunto.

• ANÁLISIS TEMÁTICO

- En general, Colombia ha diversificado las temáticas en las que publica, con una tendencia positiva en todos los casos. El número de categorías varía dependiendo del tipo de producción; durante el período 2003-2010, la producción absoluta pasa de 250 categorías a 252; la producción de excelencia, de 172 a 237; la liderada, de 99 a 168; y la de excelencia liderada de 68 a 99.
- De acuerdo con la distribución temática, *Medicine* es la única área que representa más del 20% de la producción científica colombiana, llegando a significar la cuarta parte de la misma en 2006. Luego está *Biochemistry* que en 2010 representa un 14,68%, con un incremento de 2,48% entre el principio y el final del período. Entre todas las áreas, solo ella crece en forma sensible. *Agricultural*, en cambio, baja paulatinamente su representación y pierde un 4,39% durante el período, a pesar de lo cual es la tercera área de importancia en la producción científica colombiana. De aquí que el perfil temático esté cambiando desde lo agrícola hacia lo biomédico.

- Con referencia al número de citas por documento, en 2010 el perfil temático colombiano de la producción absoluta, se distingue por *Neuroscience* seguido por *General* que obtiene el mayor número de citas por documento que los demás países latinoamericanos donde ésta área prima en el principio y al final del período.
- Respecto a la producción de excelencia liderada en 2003 Colombia sobresale en las áreas de *Immunology* (85.75), *Environment* (66.67) y *Biochemistry* (64), mientras en Brasil, México y Argentina priman *General* (318), *Neuroscience* (83.2) y *Dentistry* (79), respectivamente. Para 2010, en Colombia se mantiene *Immunology* en primer lugar (10.25), seguido de *Biochemistry* (8.75) y *Chemical* (8.33). En Brasil, México y Argentina se destaca el área temática *General*, que obtiene el máximo número de CpD en todos los casos, seguida de *Biochemistry* en el caso de Brasil y de *Neuroscience* en los casos de México y Argentina
- La vertebración temática colombiana revela que *Biochemistry*, *Genetics and Molecular Biology* y *Medicine* son las áreas alrededor de las cuales se configura la red pues ellas concentran el mayor número de relaciones; *Medicine* ocupa una posición central determinada por esto, aunque es más clara su centralidad en 2003 que en 2010, cuando *Biochemistry* la desplaza un poco. También sobresale *Agricultural and Biological Science* por su tamaño.
- En cuanto al índice de especialización temática, la producción científica colombiana se caracteriza por superar la media mundial en las áreas de *Veterinary* (1,36), *Agricultural* (1,35), *Dentistry* (1,29), *Immunology* (1,20), *Econometrics* (1,20), *Psychology* (1,18), *Arts* (1,17), *Medicine* (1,06), *Social* (1,05), *Chemical Engineering* (1,04). Esto quiere decir, que de 27 áreas temáticas, en diez se destaca el esfuerzo investigador del país para estar a tono con la dinámica del mundo.
- Respecto a los promedios nacionales, apenas ocho áreas logran superarlos (ENV, IMM, NEU, GRAL, PHY, EAR, MAT, HEAL) y solo unas pocas se les aproximan (AGR, PHAR, MATH, DEN, CENG, ENER).

- El grupo de áreas que consigue que, por lo menos, un 10% de su producción sea de Excelencia, son: *Environmental; Earth; Energy; Neuroscience, Dentistry; General; Decision Science* y *Health*. Muchas de ellas también se destacan en impacto normalizado y publicaciones en revistas Q1, como ya se ha visto, pero otras apenas sobresalen con este indicador: *Decision Science* y *Health*, al parecer, debido a las altas tasas de colaboración internacional que tienen.
- Pero el grupo más selecto, conformado por las áreas que reúnen el máximo puntaje en proporción de documentos de excelencia con liderazgo, lo cumplen en su orden: *Energy; Dentistry; Chemical Engineering; Engineering; y Decision Science*. Esto, respecto al contexto del país, porque obviamente se trata de dígitos muy bajos.
- A la vez, cuatro áreas se destacan por sus puntajes en tres indicadores de calidad importantes: Citación Normalizada, Porcentaje de revistas en Q1 y % de Excelencia; ellas son: *Environment; Neuroscience; Dentistry; General*: en ellas están las principales fortalezas de la producción científica colombiana.
- Áreas que sobresalen por un solo indicador son: *Chemistry* y *Pharm*, con 71,32% y 70,81% de documentos citados, respectivamente; *Materials* con más de la mitad de su producción en revistas Q1; *Computer Science*, con el 63,52% de colaboración internacional; y *Social Sciences; Psychology; Veterinary; Economics; Arts and Humanities; y Bussiness* por sus porcentaje en Liderazgo.
- No sobresalen en ningún indicador: *Mathematics; y Nursing*.
- No existe una correspondencia clara entre las prioridades establecidas por el país con los Programas Nacionales, las Áreas Estratégicas y los Centros de Excelencia, y los resultados demostrados según las áreas temáticas Scopus. Por ejemplo, AGR todavía no tiene un desempeño acorde con su condición de programa estratégico (0,79 de citación normalizada) y solo logra destacarse por su volumen de producción total. ENER sí alcanza notoriedad con el 6,34% de su producción en

el selecto indicador de excelencia liderada, el máximo de todas las áreas del país; sin embargo, su citación normalizada solo llega al 0,84; es decir, un 16% por debajo de la media mundial.

- Tampoco se corresponden los resultados de las áreas, con el porcentaje de investigadores dedicados a las ciencias sociales y humanas (40%); ciencias exactas y naturales, e ingeniería (38%); ciencias médicas (14%) y Agricultura (8%).
- El inglés es la lengua dominante para la mayoría de las áreas. Resalta el caso de *Decisions Sciences* donde representa el 100%. El español supera al inglés en un área como *Medicine*, si bien es en un pequeño porcentaje; esta situación puede ocurrir por la oportunidad que tiene esta área de publicar en revistas editadas en Colombia, España o la región latinoamericana. Otras áreas donde prima el español son *Social Sciences*, *Psychology*, *Arts and Humanities* y *Veterinary*. En esta última el portugués alcanza un 8%, el más alto porcentaje después de *Nursing*, donde tiene un 7%. En áreas como *Economy*, *General* y *Nursing*, hay más equilibrio entre los dos idiomas principales
- Todas las áreas publican en documentos tipo *Articles*, salvo el caso de *Computer Science*, donde prima el tipo *Conference Paper*, que también tiene buena presencia en las áreas de *Energy*, *Mathematics*, *Engineering*, y *Physics*, donde supera el 20%. En cuanto a los *Review*, tienen gran cabida en el área de *Arts and Humanities*, representando el 39% de su producción; también es acostumbrado por *Medicine*, *Psychology* y *Nursing*, donde constituye un 13%.

• ANÁLISIS SECTORIAL

- El sector Gobierno es el que más contribuye a la financiación de la I+D, asumiendo el espacio que va dejando el sector privado; su participación en la ejecución es la menor de todos los sectores y, tiene todavía cifras más bajas en el número de investigadores, con lo cual su producción científica en Scopus también es muy pequeña.

- Por su parte, las Empresas contribuyen a la financiación en proporciones cada vez menores, pero aun así conforman una franja visible en este terreno y también la tienen en la inversión en I+D por sector de ejecución; sin embargo, es muy poco significativa en el número de investigadores EJC y, por tanto, en producción científica de Scopus.
- La Educación Superior se destaca de manera importante en todos los indicadores: Es el tercer sector en contribuir a la financiación, el primero en ejecución, el de la primacía en el número de investigadores EJC (prácticamente los concentra todos) y el de mayor número de publicaciones científicas en Scopus. Puede decirse que en este sector se descarga la responsabilidad de desarrollar la ciencia colombiana, en todos los sentidos.
- Con menor participación están los demás sectores, aunque llama la atención el aporte que hacen las OPSFL a la inversión en I+D, sobre todo por sector de ejecución, lo que contrasta con el número de investigadores EJC que tienen, pero aún más, con la producción en Scopus, que es muy baja.
- El sector Extranjero se nota especialmente en la contribución que hace para financiar la inversión en I+D, si bien disminuye cada vez más sus aportes. Ninguna participación tiene en los demás indicadores, excepto en producción donde se incluye bajo el sector Otros, con un aporte pequeño aunque de buen impacto como se analizará en su momento.
- El 79,44% de la producción científica colombiana se origina en las instituciones de educación superior, lo cual constituye un porcentaje muy alto que debería equilibrarse con la participación más activa de los demás sectores que hoy tienen una presencia bastante exigua: privado (0,79%), salud (10,41%), gubernamental (4,11%) y otros (5,25%). Aunque la participación de la academia suele ser la más alta, no conviene que un sistema de CT+i se descargue absolutamente en ella y, en todo caso, el sector Salud también debería tener mayor participación.

- La producción del sector Educación Superior, a su vez se concentra en muy pocas instituciones. Solo 41 IES superan el umbral de los 100 documentos anuales. Adicionalmente, la sola Universidad Nacional de Colombia aporta la cuarta parte de la producción colombiana.
- A pesar de que la Educación Superior obtiene las cifras más altas en número de documentos y citas durante todas las series temporales, el sector Otros es el que logra la mayor visibilidad en todos los casos, pues los indicadores de citas por documento, citación normalizada y porcentaje de publicaciones en primer cuartil tienen aquí los máximos valores
- La producción total del sector de Educación Superior se caracteriza por una alta colaboración internacional, que también es la prevalente en los sectores Gobierno y Otros. En el sector Salud prima la colaboración nacional y en el Privado se publica sin colaboración.
- La producción de Excelencia con Liderazgo se realiza con colaboración internacional en los sectores Educación Superior y Otros; con colaboración nacional en los sectores Salud y Otros; en colaboración nacional en el sector Privado; y con colaboración internacional y nacional, o solo nacional, en el sector Gobierno.

• ANÁLISIS INSTITUCIONAL

- De las 719 instituciones colombianas con producción científica registrada en SciVerse Scopus® durante 2003-2010, sólo 41 (el 5,70%) han publicado más de 100 trabajos, y por tanto forman parte de SCImago Institutions Rankings.
- Las diez primeras de ellas pertenecen al sector Educación Superior, excepto una: el Centro Internacional de Agricultura Tropical, que pertenece al sector Otros. Es justamente esta institución la que logra, de lejos, el mayor número de citas por documento durante el período. Luego están la Universidad Pontificia

Bolivariana, la Universidad de los Andes y la Universidad de Antioquia con un poco más de cuatro citas por documento.

- A 2010, la proporción de instituciones de investigación con producción de excelencia es del 9,17%; con producción liderada es del 19,88%; y de excelencia liderada, el 3,89%.

• COLABORACIÓN INTERNACIONAL

- La colaboración representa el mayor porcentaje entre los tipos de colaboración si bien decrece durante el período al pasar de un 49,46% en 2003 a un 40,81% en 2010. Aún así, los trabajos en colaboración internacional alcanzan la media mundial en impacto normalizado en 2004, y se mantienen en ella hasta el final del período, aunque con altibajos que tienen el pico más alto en 2007 cuando alcanza un 1.26 en ese indicador. El principal socio en esta colaboración científica es Estados Unidos, tanto en volumen (14,72%) como en citas por documento (11.94). Le siguen, en su orden, España, Brasil, Gran Bretaña y Francia, aunque en citas por documento la visibilidad de estos dos últimos es mayor, cercana a la obtenida con Estados Unidos, pero con España es de 6,45 y con Brasil de 9,73.
- Una mirada general sobre las pautas de colaboración científica de cada una de las áreas temáticas de Scopus. Los valores más altos se encuentran en los porcentajes de colaboración internacional o sin colaboración, siendo menores los del medio. En general, los resultados se ajustan a las costumbres de las disciplinas, en tanto que áreas como Arts and Humanities y Social Sciences tienen altas tasas de trabajos sin colaboración, mientras que para las ciencias básicas como Physics and Astronomy la colaboración internacional es un hábito. En el mismo sentido se destacan Environmental Science; Earth and Planetary Sciences; y Decision Sciences que publican más del 60% de su producción en colaboración internacional. El caso de Medicine es curioso, pues el mayor porcentaje de su producción se hace sin colaboración, y solo un 28% en colaboración internacional. Neuroscience, por su parte, se distingue con un 57% en esta modalidad.

- Las de mayor colaboración internacional a la vez que nacional, son las áreas Health Professions; Immunology and Microbiology; y Neuroscience, mientras que la colaboración nacional más fuerte se lleva a cabo en las áreas de Veterinary; Energy; y Medicine.
- La identificación de los socios colaboradores para cada área temática, varía y proporciona información importante en el impacto que ejerce en cada una ellas. No siempre, el socio científico que favorece la mayor producción, logra el mayor impacto.
- En definitiva, la producción científica colombiana reporta grandes avances en la dimensión cuantitativa, dado su esfuerzo investigador y el crecimiento vertiginoso que ha tenido, pero se queda muy corta en los aspectos cualitativos, pues pocas veces logra el impacto esperado. Por ello, deben mejorarse las prácticas de la comunicación científica, buscando publicar en mejores fuentes, procurando los primeros cuartiles y estableciendo relaciones estrechas con los mejores socios, privilegiando la tipología de colaboración internacional.
- Por último, la **Tabla 50** presenta el lugar que ocupa Colombia en el contexto internacional (teniendo como parámetros a Estados Unidos, España y China) y en el contexto latinoamericano (teniendo como referentes a los países seleccionados). Tal lugar corresponde al ránking SJC y muestra una ubicación coherente con la situación descrita. Basta reiterar los sitios que ocupan Brasil, México y Chile, que logran ser los primeros de la región en algunos indicadores.

INDICATORS	BASE GLOBAL RANKING	LATIN AMERICA														NORTH AMERICA	WESTERN EUROPE	ASIATIC REGION
		BRA		MEX		ARG		CHI		COL		VEN		CUB		USA	ESP	CHN
		World	LAC	World	LAC	World	LAC	World	LAC	World	LAC	World	LAC	World	LAC			
OUTPUT	234	15	1	29	2	36	3	44	4	54	5	56	6	59	7	1	9	2
CITES	232	18	1	34	2	37	3	40	4	51	5	56	6	69	9	1	11	7
CITES PER DOCUMENT	232	134	31	126	30	86	21	82	18	162	36	143	33	199	42	16	59	202
%CITED DOCUMENTS	232	139	33	159	37	96	20	121	30	209	45	196	42	227	47	80	106	218
INTERNATIONAL COLLABORATION	234	227	48	206	47	197	45	160	41	169	42	189	43	202	46	225	216	234
AVERAGE STANDARIZED SJR	234	148	41	177	46	89	24	115	31	171	45	166	43	131	36	125	137	223
RESEARCH POWER	234	15	1	29	2	36	3	43	4	54	5	56	6	59	7	1	9	2
NORMALIZED CITATION	232	157	34	154	33	112	24	115	25	161	35	201	40	220	45	20	69	196
%OUTPUT IN Q1	234	169	37	155	34	101	22	130	27	185	41	195	42	214	46	31	94	217
EXCELLENCE	222	19	1	36	2	38	3	40	4	52	5	61	7	74	9	1	11	4
%EXCELLENCE	222	173	37	159	33	131	28	115	26	162	34	194	39	205	43	20	74	169
LEADERSHIP	225	13	1	26	2	36	3	44	4	54	5	57	6	58	7	1	10	2
%LEADERSHIP	225	9	1	25	2	38	3	68	8	72	9	50	6	44	5	10	18	1
EXCELLENCE WITH LEADERSHIP	194	18	1	36	2	37	3	42	4	56	5	64	6	70	9	1	11	4
%EXCELLENCE WITH LEADERSHIP	194	55	6	78	11	56	7	57	8	119	22	130	25	141	30	2	23	43

Tabla 50. POSICIONES EN LOS RANKINGS GLOBALES SCImago Institutions Rankings®. COLOMBIA Y PAÍSES SELECCIONADOS, 2003-2010

Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus. Elaboración propia. Nota: Los recuadros resaltados enseñan las mejores ubicaciones dentro de cada indicador.

6. LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

Como se precisa en el título, este trabajo brinda una visión macro a la producción científica colombiana. Un desarrollo posterior estaría dirigido a llevar a cabo estudios en los niveles meso (instituciones o grupos temáticos) y micro (investigadores, grupos de investigación, o títulos de revistas), de manera que permitan analizar:

- La producción científica nacional por regiones administrativas (Departamentos).
- Los Programas Nacionales CTI, Áreas Estratégicas y Centros Nacionales de Excelencia, con base en los resultados de las áreas y categorías temáticas Scopus.
- Los destinos de publicación de la producción colombiana que abarque un período confiable, en términos de mayor trayectoria y estabilidad de los títulos latinoamericanos incorporados a Scopus.
- Las instituciones que más contribuyen a la producción científica nacional, de manera que abarque las relaciones de colaboración que ellas establecen (nacional, internacional y nacional, internacional y sin colaboración), y la caracterización específica de su producción.
- La dinámica de los grupos de investigación y los modelos de medición aplicados por Colciencias desde sus primeros diseños.
- El perfil de los investigadores colombianos presentes en Scopus

Por lo demás, es importante realizar un nuevo análisis del dominio científico colombiano a la luz de la Ley 1286 de 2009 y las características del nuevo Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, en contraste con la estructura anterior, a la que se refiere el presente trabajo. En especial, referida a la reestructuración de Colciencias y los recursos financieros asignados mediante la Ley de Regalías, con especial atención en el desarrollo de las regiones, y los nuevos modelos para la medición de grupos y la indización de revistas científicas. Pero, de igual manera, cuando haya transcurrido un tiempo prudencial de estabilidad del nuevo sistema y de aplicación de sus políticas, programas y estrategias.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Archambault, É., Campbell, D., Gingras, Y., & Larivière, V. (2009). Comparing bibliometric statistics obtained from the Web of Science and Scopus. *Journal of the American Society for Information Science & Technology*, 60(9), 1320-1326.
- Arencibia Jorge, R. (2010). *Visibilidad internacional de la ciencia y la educación superior cubanas: desafíos del estudio de la producción científica*. Granada: Universidad de Granada, Universidad de La Habana.
- Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Freeman, L. C. (2002). *Unicet for Windows: Software for Social Network Analysis*. Harvard, MA: Analytic Technologies.
- Bornmann, L., Moya Anegón, F., & Leydesdorff, L. (2012). The new Excellence Indicator in the World Report of the SCImago Institutions Rankings 2011. *Journal of Informetrics*, 6(2), 333-335.
- Bornmann, L., Mutz, R., Neuhaus, C., & Daniel, H.-D. (Jun. de 2008). Citation counts for research evaluation: standards of good practice for analyzing bibliometric data and presenting and interpreting results. *Ethics in Science and Environmental Politics*, 93-102.
- Braun, T., Glänzel, W., & Schubert, A. (2000). How balanced is the Science Citation Index's journal coverage?: a preliminary overview of macrolevel statistical data. En B. Cronin, & H. B. Atkins, *The Web of Knowledge: a festschrift in honor of Eugene Garfield* (págs. 251-277). Medford: ASIS.
- Bucheli, V., Díaz, A., Calderón, J. P., Lemoine, P., Valdivia, J. A., Villaveces, J. L., y otros. (2012). Growth of scientific production in Colombian universities: an intellectual capital-based approach. *Scientometrics*, 91(2), 369-382.
- Butler, D. (2008). Free journal-ranking tool enters citation market. *Nature*, 451(6), 6.
- Callon, M., Courtial, J.-P., & Penan, H. (1995). *Cienciometría: la medición de la actividad científica: de la bibliometría a la vigilancia tecnológica*. Madrid: Trea.
- Camps, D. (2007). El artículo científico: desde los inicios de la escritura al IMRYD. *Archivos de medicina*, 3(5), 1-9.
- Carrillo, J. (2005). Ciudades de conocimiento: el estado del arte y el espacio de posibilidades. *Transferencia*, 18(69), 26-28.
- Centro Interuniversitario de Desarrollo; Universia (2010). *El rol de las universidades en el desarrollo científico y tecnológico. Educación Superior en Iberoamérica, Informe 2010*. Santiago de Chile: CINDA, 2010. 241 p.
- Charum, Jorge (2004). La construcción de un sistema nacional de indexación, el caso de Publindex. *Convergencia*, 11(35), 293-309.
- Charum, J., & Usgame, D. (2005). Estructuración de la información bibliográfica en la base CAB de autores vinculados a instituciones colombianas, 1997 a 2002. *Acta Biológica Colombiana*, 10(2), 17-40.
- Chinchilla Rodríguez, Z. (2005). *Análisis de dominio científico español, 1995-2002 Web of Science*. Granada: Universidad de Granada.

- Chinchilla-Rodríguez, Z., Benavent-Pérez, M., Miguel, S., & De-Moya-Anegón, F. (2010). La colaboración científica internacional entre los países latinoamericanos en el área de Medicina. *Info 2010. V Seminario Internacional sobre Estudios Cualitativos y Cuantitativos de la Ciencia y la Técnica "Prof. Gilberto Sotolongo Aguilar"*, La Habana, Cuba, 19-23 de abril de 2010.
- Chinchilla-Rodríguez, Z., Vargas-Quesada, B., Hassan-Montero, Y., González-Molina, A., & De-Moya-Anegón, F. (2010). New Approach to the Visualization of the International Scientific Collaboration. *Information Visualization*, 9(4), 277-287.
- Codina, L. (2005). Scopus, el mayor navegador científico de la web. *El profesional de la información*, 14(1), 44-49.
- Colciencias (2013a). *Revistas especializadas de CTI*.
http://www.colciencias.gov.co/programa_estrategia/revistas-especializadas-de-cti-0
- Colombia. Colciencias (2013b) *Documento guía servicio permanente para la indexación de revistas de ciencia, tecnología e innovación colombianas, 2013*. Bogotá: Colciencias. 15 p.
- Colciencias (2013c). *Servicios de indexación y resumen - SIR utilizados para los procesos de indexación y homologación de revistas especializadas e CTel*. Bogotá: Colciencias. 15 p.
- Colciencias (2013d). *Modelo de medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación*. Bogotá: Colciencias. 112 p.
- Colciencias. (2011). *Sobre Colciencias. Historia del Departamento*. Recuperado el 28 de Nov. de 2011, de http://www.colciencias.gov.co/sobre_colciencias
- Colciencias (2004) *Determinación de áreas estratégicas para la puesta en marcha de la Política de Centros de Investigación de Excelencia*. Bogotá: Colciencias. Documento Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CNCyT, 03.
- Colciencias. (2010). Resolución 504 de 2010: por la cual se establece definiciones y requisitos para el reconocimiento de centros de investigación o desarrollo tecnológico. Bogotá: Colciencias.
- Colciencias. (2002). *Resolución 0084 de 2002: por la cual se regula lo relativo al reconocimiento de los Centros de Investigación*. Bogotá: Colciencias.
- Colombia. Congreso. (2009). *Ley 1286 de 2009*. Bogotá: Congreso de la República.
- Colombia. Congreso. (1990). *Ley 29 de 1990*. Bogotá: Congreso de la República.
- Colombia. Consejo Nacional de Acreditación (2010). *Autoevaluación con fines de acreditación de alta calidad de programas de maestría y doctorado: guía de procedimiento*. Bogotá: CNA. 49 p.
- Colombia. Consejo Nacional de Acreditación (2006). *Indicadores para la autoevaluación con fines de acreditación institucional*. 2. ed. Bogotá: CNA, ASCUN. 61 p.
- Colombia. Consejo Nacional de Política Económica y Social. (1994). *Política de Ciencia y Tecnología 1994-1998*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- Colombia. Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2009). *Política nacional de ciencia, tecnología e innovación*. Bogotá: CONPES.
- Colombia. Ministerio de Educación Nacional (2012). *Propuesta metodológica para la distribución de recursos artículo 87 de la Ley 30 de 1992, vigencia 2012*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional. 6 p.

- Colombia. Ministerio de Gobierno. (1991). *Decreto Ley 585 de 1991*. Bogotá: Ministerio de Gobierno.
- Colombia. Misión Ciencia, Educación y Desarrollo. (2000). *Colombia : al filo de la oportunidad*. Bogotá: Presidencia de la República : Colciencias : Tercer Mundo.
- Corera Álvarez, E. (2006). *Análisis de dominio científico de las matemáticas en España: ISI Web of Science, 1990-2004*. Granada: Universidad de Granada.
- Cutcliffe, S. H. (2003). *Ideas, máquinas y valores: los estudios de ciencia, tecnología y sociedad*. Rubí (Barcelona); México: Anthropos; Universidad Nacional Autónoma de México.
- Day, R. A. (2005). *Cómo escribir y publicar trabajos científicos*. Washington: OPS.
- De la Vega, I. (2006). *Módulo de capacitación para la recolección y el análisis de indicadores de investigación y desarrollo: versión preliminar*. Buenos Aires: Redes; BID.
- Delgado López-Cózar, E., Ruíz Pérez, R., & Jiménez Contreras, E. (2006). *La edición de revistas científicas: directrices, criterios y modelos de evaluación*. Madrid: FECYT.
- Delgado Troncoso, Jorge Enrique (2009). *Advances and challenges in scientific journal publication in Colombia: analysis of institutions and publications*. Pittsburgh: University of Pittsburgh. 13 p. (Working paper; march 9, 2009)
- Delgado Troncoso, J. E. (2011). *Journal Publication in Chile, Colombia, and Venezuela: University Responses to Global, Regional, and National Pressures and Trends*. Pittsburgh: University of Pittsburgh.
- De-Moya-Anegón, F., Guerrero-Bote, V., Bornmann, L, Moed, H. (2013). The Research guarantors of scientific papers and the output counting: A promising new approach. *Scientometrics*, 97(2), 421-434.
- De-Moya-Anegón, F. (2012). Liderazgo y excelencia de la ciencia española. *El profesional de la información*, 21(2), 125-127.
- De-Moya-Anegón, F., Chinchilla-Rodríguez, Z., Corera-Álvarez, E., González-Molina, A., & Vargas-Quesada, B. (2011). *Indicadores bibliométricos de la actividad científica española 2009*. Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.
- De-Moya-Anegón, F., Chinchilla-Rodríguez, Z., Vargas-Quesada, B., Corera-Álvarez, E., Muñoz-Fernández, F. J., González-Molina, A., y otros. (2007). Coverage analysis of Scopus: a journal metric approach. *Scientometrics*, 73(1), 53-78.
- De-Moya-Anegón, F., Herrero-Solana, V., Vargas-Quesada, B., Chinchilla-Rodríguez, Z., Corera-Álvarez, E., Muñoz-Fernández, F. J., y otros. (2004). Atlas de la ciencia española: propuesta de un sistema de información científica. *Revista Española de Documentación Científica*, 27(1), 11-29.
- De-Moya-Anegón, F., Vargas-Quesada, B., Chinchilla-Rodríguez, Z., Corera-Álvarez, E., Molina-González, A., Muñoz-Fernández, F. J., y otros. (2006). Visualización y análisis de la estructura científica española : ISI Web of Science, 1990-2005. *El profesional de la información*, 15(4), 258-269.
- De-Moya-Anegón, F., Vargas-Quesada, B., Herrero-Solana, V., Chinchilla-Rodríguez, Z., Corera-Álvarez, E., & Muñoz-Fernández, F. J. (2004). A new technique for building maps of large scientific domains based on the cocitation of classes and categories. *Scientometrics*, 61(1), 129-145.
- Elsevier. (2011). *SciVerse Scopus: open to accelerate science. Content coverage*. Amsterdam: Elsevier.

- Elsevier. SciVerse Team. (2012). *SciVerse. News & Events. SciVerse Releases*. Obtenido de Title list. ASJC code list: http://www.info.sciverse.com/documents/files/scopus-training/resourcelibrary/xls/title_list.xlsx
- Ernst, R. S. (2010). The follies of citation indices and Academic Ranking List: a brief commentary to "Bibliometrics as weapons of mass citation". *Chimia*, 64(1-2), 90.
- Gasik, S. (2011). A Model of Project Knowledge Management. *Project Management Journal*, 42(3), 23-44.
- González-Pereira, B., Guerrero-Bote, V. P., & De-Moya-Anegón, F. (2010). *SCImago Journal Rank: A New Indicator of Journals' Scientific Prestige*. Recuperado el 2012, de SCImago: <http://www.scimagojr.com>
- Gordon, A. (2008). Marco legal y organigrama del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia 2008. En S. Emiliozzi, G. Lemarchand, & A. Gordon, *Inventario de instrumentos y modelos de políticas de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe* (pág. 138). Buenos Aires: Banco Interamericano de Desarrollo: REDES.
- Great Britain. Parliament. House of Commons. (2011). *Peer review in scientific publications*. London: The Stationery Office Limited.
- Guzmán-Sánchez, M. V., & Sotolongo-Aguilar, G. (2002). Mapas tecnológicos para la estrategia empresarial: situación tecnológica de la neisseria meningitidis. *ACIMED*, 10(4).
- Hassan Montero, Y. (2010). *Visualización de información persona-ordenador*. Granada: Universidad de Granada.
- Herrero López, R. (2000). La terminología del análisis de redes sociales: problemas de definición y de traducción. *Política y Sociedad*, 33, 199-206.
- Hjørland, B. (2002). Domain Analysis in Information Science: Eleven Approaches: Traditional as well as Innovative. *Journal of Documentation*, 58(4), 422-462.
- Hjørland, B., & Albrechtsen, H. (1995). Toward a New Horizon in Information Science: Domain-Analysis. *Journal of the American Society for Information Science*, 46(6), 400-425.
- Jacsó, P. (2005). As we may search. *Current Science*, 89(9), 1537-1547.
- Jacsó, P. (2009). Errors of omission and their implications for computing scientometric measures in evaluating the publishing productivity and impact of countries. *Online Information Review*, 33(2), 376-385.
- Jaramillo Salazar, H. (2007). Colombia: evolución, contexto y resultados de las políticas de ciencia, tecnología e innovación. En J. Sebastián, & J. Sebastián (Ed.), *Claves del desarrollo científico y tecnológico de América Latina* (págs. 301-329). Madrid: Siglo XXI : Fundación Carolina.
- Jaramillo Salazar, H., Botiva, M. A., & Zambrano, A. (2005). *Políticas y resultados de ciencia y tecnología en Colombia*. Bogotá: Centro Editorial Universidad del Rosario.
- Kamada, T., & Kawai, S. (1989). An algorithm for drawing general undirected graphs. *Information Processing Letters*, 31(1), 7-15.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (Oct. de 2002). Having trouble with your strategy? then map it. *Harvard Business Review*, 167-176.
- Kuhn, T. S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.

- Lemarchand, G. A. (2010). Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Colombia. En G. A. Lemarchand, *Sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe* (págs. 181-186). Montevideo: Unesco.
- Leydesdorff, L. (2001). *The challenges of scientometrics: the development, measurement, and self-organization of scientific communications*. Boca Raton, USA: Universal Publishers.
- Leydesdorff, L., Moya-Anegón, F., & Guerrero-Bote, V. (2010). Journal Maps on the Basis of Scopus Data: A Comparison with the Journal Citation Reports of the ISI. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(2), 352-369.
- López-Illescas, M. d. (2008). *Aproximación bibliométrica al análisis de dominio de la Oncología: Web of Science y Scopus, 1996-2006*. Granada: Universidad de Granada.
- Malaver Rodríguez, F., & Vargas Pérez, M. (Jul.-Dic. de 2005). Políticas y avances en la ciencia, la tecnología y la innovación en Colombia 1990-2005. *Cuadernos de administración*, 18(30), 39-78.
- Malaver Rodríguez, F., & Vargas Pérez, M. (Jul.-Dic. de 2005). Políticas y avances en la ciencia, la tecnología y la innovación en Colombia, 1990-2005. *Cuadernos de administración*, 39-78.
- Maltrás Barba, B. (2003). *Los indicadores bibliométricos: fundamentos y aplicación al análisis de la ciencia*. Madrid: Trea.
- Medina Vásquez, J. (2004). *Investigación y desarrollo tecnológico en Colombia*.
http://les.man.ac.uk/PREST/SCOPE/documents/National_Report_Colombia.pdf
- Mendoza, Á. (2000). El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología de Colombia y los procesos de regionalización. En C. A. Bello, *Regionalización y coordinación de esfuerzos interministeriales de ciencia y tecnología* (págs. 61-75). Bogotá: Convenio Andrés Bello.
- Merton, R. K. (1949). *Social Theory and Social Structure*. New York: The Free Press.
- Miguel, S. (2008). *Aproximación cuantitativa al análisis y visualización del dominio científico argentino, 1990-2005*. Granada: Universidad de Granada.
- Moed, H. (2005). *Citation analysis in research evaluation*. The Netherlands: Springer.
- Molina Molina, M. S. (2006). *El desarrollo endógeno de la ciencia y la tecnología en Colombia a partir de las recomendaciones de la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo de 1994*. Granada: Universidad de Granada. 260 p.
- Molina, J. L. (2001). *El análisis de redes sociales: una introducción*. Barcelona: Bellaterra.
- Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. (2004). *Indicadores de ciencia y tecnología, Colombia 2004*. Bogotá: OCyT.
- Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. (2005). *Indicadores de ciencia y tecnología, Colombia 2005*. Bogotá: OCyT.
- Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. (2009). *Indicadores de Ciencia y Tecnología, Colombia 2008*. Bogotá: OCyT.
- Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. (2010). *Indicadores de ciencia y tecnología, Colombia 2010*. Bogotá: OCyT.
- Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. (2011). *Indicadores de ciencia y tecnología, Colombia 2011*. Bogotá: OCyT.

- OECD. (2002). *Manual de Frascati: propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental*. Madrid: OCDE : FECYT.
- OECD. (2012). *Measuring R&D in developing countries. Annex to Frascati Manual*. Paris: OECD.
- OECD. (c2012). *OECD.Stat*. Obtenido de Organisation for Economic Co-operation and Development: <http://www.oecd-ilibrary.org/statistics>
- Okubo, Y. (1997). *Bibliometric Indicators and Analysis of Research Systems: Methods and Examples*. Paris: OECD.
- Ordoñez-Matamoros, G. (2008). *International Research Collaboration, Research Team Performance, and Scientific and Technological Capabilities in Colombia: A Bottom-Up Perspective*. Georgia: Georgia State University.
- Orozco Castro, L. A., & Chavarro Bohórquez, D. A. (2006). *De historia y sociología de la ciencia a indicadores y redes sociales*. Bogotá: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.
- Peña-Barrera, C. (2011). Ranking U-Sapiens Colombia 2010-1. *Boletín Científico Sapiens Research*, 1(1), 1-5.
- Peña-Barrera, C. (2011). Ranking U-Sapiens Colombia 2010-2. *Boletín Científico Sapiens Research*, 2(1), 92-101.
- Perianes-Rodríguez, A. (2007). *Análisis y visualización de redes de colaboración científica: grupos de investigación en la Universidad Carlos III: ISI, Web of Science, 1990-2004*. Getafe: Universidad Carlos III de Madrid.
- Perianes-Rodríguez, A., Olmeda-Gómez, C., & Moya-Anegón, F. (2008). Introducción al análisis de redes. *El profesional de la información*, 17(6), 664-669.
- Pinski, G., & Narin, F. (1976). Citation Influence for Journal Aggregates of Scientific Publications: Theory, with Application to the Literature of Physics. *Information Processing & Management*, 12(5), 297-312.
- Prat, A. M. (2008). *Módulo de capacitación para la recolección y el análisis de indicadores de producto de las actividades de ciencia y tecnología*. Buenos Aires: BID; Centro REDES.
- Proyecto MERITUM. (2002). *Directrices para la gestión y difusión de información sobre intangibles: informe sobre capital intelectual*. Madrid: Fundación Airtel Vodafone.
- RICYT. (2011). *Innovación*. Recuperado el 12 de Dic. de 2011, de Manuales de referencia para la construcción de indicadores: http://innovacion.ricyt.org/index.php?option=com_content&view=article&id=22&Itemid=11
- RICYT. (2012). *Indicadores*. Obtenido de Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología - Iberoamericana e Interamericana: <http://www.ricyt.org>
- Ríos Gómez, C. (2010). *Medicina tropical, enfermedades infecciosas y parasitología: un análisis de dominio, 1996-2006*. Granada: Universidad de Granada.
- Rodríguez, J. A. (1995). *Análisis estructural y de redes*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Salazar Acosta, M. (2006). Delineando los estudios en ciencia y tecnología: diques, brechas y puentes. *VI Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología ESOCITE* (pág. 17). Bogotá: ESOCITE.

- Sancho, R. (1990). Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología: revisión bibliográfica. *Revista Española de Documentación Científica*, 13(3-4), 842-865.
- Sancho, R. (2001). Medición de las actividades de ciencia y tecnología: estadísticas e indicadores empleados. *Revista Española de Documentación Científica*, 382-404.
- Santa, S. (2011). *Análisis del dominio científico de América Latina y el Caribe: Scopus, 1996-2007*. Granada: Universidad de Granada.
- Sánz Menéndez, L. (2003). Análisis de redes sociales: o cómo representar las estructuras subyacentes. *Apuntes de ciencia y tecnología*(7), 21-29.
- SCImago Research Group. (2006). Análisis de la cobertura de la base de datos Scopus. *El profesional de la información*, 15(2), 144-145.
- SCImago Research Group. (2007). *RI3: ranking iberoamericano de instituciones de investigación*. Obtenido de indicadores científicos: <http://investigacion.universia.net/isi/isi.html>
- SCImago Research Group. (2007). SCImago Journal & Country Rank: un nuevo portal, dos nuevos rankings. *El Profesional de la Información*, 16(6), 645-646.
- SCImago Research Group. (2007). *SCImago Journal and Country Rank: SJR*. Recuperado el 2012, de <http://www.scimagojr.com>
- SCImago Research Group. (c2005). *Atlas of science*. (SCImago Research Group) Obtenido de <http://www.atlasofscience.net/>
- SCImago Research Group. (c2007-2012). *SCImago Journal & Country Rank*. Obtenido de <http://www.scimagojr.com>
- SCImago Research Group. (c2012). *SIR - SCImago Institutions Rankings*. Obtenido de <http://www.scimagoir.com>
- Small, H. (1973). Co-citation in the scientific literature: a new measure of the relationship between two documents. *Journal of the American Society for Information Science*, 24(4), 265-269.
- Spiegel-Rosing, I. (1977). The study of Science, Technology and Society (STSS): Recent trends and future challenges. En I. Spiegel-Rosing, & D. Price, *Science, technology and society: a cross-disciplinary perspective* (págs. 7-42). London: SAGE.
- Spinak, E. (1996). *Diccionario enciclopédico de bibliometría, cienciometría e informetría*. Caracas: Unesco/CII/II.
- Suaiden, E. (2008). Como gerir revistas científicas. En S. M. Ferreira, & M. d. Targino, *Mais sobre revistas científicas: em foco a gestão* (págs. 9-13). São Paulo: Editora Senac São Paulo, Cengage Learning.
- Testa, J. (2011). *The globalization of Web of Science: 2005-2010*. Philadelphia: Thomson Reuters.
- Thomson Reuters. (2011). *Book Citation Index en Web of Science: completando el cuadro de la citación*. Philadelphia: Thomson Reuters.
- Thomson Scientific. (2011). *Web of Science: [Fact sheet]*. 2 p. Philadelphia: Thomson Corporation.
- Torres Reyes, J. (2009). *Desarrollo científico de las ciencias sociales en México: análisis bibliométrico del período 1997-2006 : Social Science Citation Index (SSCI-ISI) y CiteSpace*. Granada: Universidad de Granada.

- Unesco. (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento*. Paris: Unesco.
- Unesco. (2010). *Informe de la Unesco sobre la ciencia 2010. El estado de la ciencia en el mundo: resumen*. Paris: Unesco.
- Unesco. Institute for Statistics. (2012). *Science & Technology*. Obtenido de UNESCO Institute for Statistics: <http://www.uis.unesco.org/ScienceTechnology/Pages/default.aspx>
- Unesco. Instituto de Estadística. (2010). *Medición de la Investigación y el Desarrollo (I+D): desafíos enfrentados por los países en desarrollo*. Montreal: Unesco, UIS.
- Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría de Investigación. (2009). *Capacidades de investigación en la Universidad Nacional de Colombia, 2000-2008: una aproximación desde el capital intelectual*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Van Raan, A. (2004). *Measuring Science: Capita Selecta of Current Main Issues*. En H. Moed, W. Glänzel, & U. Schmoch, *Handbook of Quantitative Science and Technology Research*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Vargas Quesada, B. (2005). *Visualización y análisis de grandes dominios científicos mediante redes pathfinder (PFNET)*. Granada: Universidad de Granada.
- Vargas-Quesada, B., & De-Moya-Anegón, F. (2007). *Visualizing the structure of science*. New York: Springer.
- Vargas-Quesada, B., Chinchilla-Rodríguez, Z., González-Molina, A., & De-Moya-Anegón, F. (2010). Showing the Essential Science Structure of a Scientific Domain and its Evolution. *Information Visualization*, 9(4), 288-300.
- Vega Almeida, R. L., Fernández Molina, J. C., & De-Moya Anegón, F. (2011). El enfoque bibliométrico para la identificación de paradigmas en dominios de conocimiento. *Acimed*, 22(3), 251-261.
- Villaveces Cardoso, J. L. (2004). El balance de una década de la Misión. En *Prólogos a un ensayo de nación. II. El proyecto Buinaima. Conformación de un nuevo ethos cultural* (págs. 11-130). Bogotá: Buinaima.
- Villegas Echavarría, M. M. (2012). *Actividad investigadora de las instituciones de educación superior colombianas en WoS entre el 2000 y el 2009*. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid. Tesis doctoral
- Wren, J. D., Kozak, K. Z., Johnson, K. R., Deakyne, S. J., Schilling, L. M., & Dellavalle, R. P. (2007). The write position: a survey perceived contributions to papers based on byline position and number of authors. *EMBO reports*, 8(11), 988-991.

8. ANEXOS

8.1. Listado de áreas y categorías temáticas SciVerse Scopus®

Tomado de: ASJC CODE LIST (Elsevier. SciVerse Team, 2012)

Code	Description	ABREVIAT
1000	General	GRAL
1100	Agricultural and Biological Sciences	
1101	Agricultural and Biological Sciences (miscellaneous)	AGR
1102	Agronomy and Crop Science	
1103	Animal Science and Zoology	
1104	Aquatic Science	
1105	Ecology, Evolution, Behavior and Systematics	
1106	Food Science	
1107	Forestry	
1108	Horticulture	
1109	Insect Science	
1110	Plant Science	
1111	Soil Science	
1200	Arts and Humanities	
1201	Arts and Humanities (miscellaneous)	ARTS
1202	History	
1203	Language and Linguistics	
1204	Archaeology	
1205	Classics	
1206	Conservation	
1207	History and Philosophy of Science	
1208	Literature and Literary Theory	
1209	Museology	
1210	Music	
1211	Philosophy	
1212	Religious studies	
1213	Visual Arts and Performing Arts	
1300	Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	
1301	Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	BIO
1302	Ageing	
1303	Biochemistry	
1304	Biophysics	
1305	Biotechnology	
1306	Cancer Research	
1307	Cell Biology	
1308	Clinical Biochemistry	
1309	Developmental Biology	
1310	Endocrinology	
1311	Genetics	
1312	Molecular Biology	
1313	Molecular Medicine	
1314	Physiology	
1315	Structural Biology	
1400	Business, Management and Accounting	
1401	Business, Management and Accounting (miscellaneous)	BUS
1402	Accounting	
1403	Business and International Management	
1404	Management Information Systems	
1405	Management of Technology and Innovation	
1406	Marketing	
1407	Organizational Behavior and Human Resource	
1408	Strategy and Management	
1409	Tourism, Leisure and Hospitality Management	
1410	Industrial relations	
1500	Chemical Engineering	
1501	Chemical Engineering (miscellaneous)	CENG
1502	Bioengineering	
1503	Catalysis	
1504	Chemical Health and Safety	
1505	Colloid and Surface Chemistry	
1506	Filtration and Separation	
1507	Fluid Flow and Transfer Processes	
1508	Process Chemistry and Technology	
1600	Chemistry	
1601	Chemistry (miscellaneous)	CHEM
1602	Analytical Chemistry	

Code	Description	ABREVIAT	
1603	Electrochemistry		
1604	Inorganic Chemistry		
1605	Organic Chemistry		
1606	Physical and Theoretical Chemistry		
1607	Spectroscopy		
1700	Computer Science		
1701	Computer Science (miscellaneous)	COMP	
1702	Artificial Intelligence		
1703	Computational Theory and Mathematics		
1704	Computer Graphics and Computer-Aided Design		
1705	Computer Networks and Communications		
1706	Computer Science Applications		
1707	Computer Vision and Pattern Recognition		
1708	Hardware and Architecture		
1709	Human-Computer Interaction		
1710	Information Systems		
1711	Signal Processing		
1712	Software		
1800	Decision Sciences(all)		
1801	Decision Sciences (miscellaneous)	DEC	
1802	Information Systems and Management		
1803	Management Science and Operations Research		
1804	Statistics, Probability and Uncertainty		
1900	Earth and Planetary Sciences		
1901	Earth and Planetary Sciences (miscellaneous)	EAR	
1902	Atmospheric Science		
1903	Computers in Earth Sciences		
1904	Earth-Surface Processes		
1905	Economic Geology		
1906	Geochemistry and Petrology		
1907	Geology		
1908	Geophysics		
1909	Geotechnical Engineering and Engineering Geology		
1910	Oceanography		
1911	Palaeontology		
1912	Space and Planetary Science		
1913	Stratigraphy		
2000	Economics, Econometrics and Finance		
2001	Economics, Econometrics and Finance (miscellaneous)	ECO	
2002	Economics and Econometrics		
2003	Finance		
2100	Energy		
2101	Energy (miscellaneous)	ENER	
2102	Energy Engineering and Power Technology		
2103	Fuel Technology		
2104	Nuclear Energy and Engineering		
2105	Renewable Energy, Sustainability and the Environment		
2200	Engineering		
2201	Engineering (miscellaneous)	ENG	
2202	Aerospace Engineering		
2203	Automotive Engineering		
2204	Biomedical Engineering		
2205	Civil and Structural Engineering		
2206	Computational Mechanics		
2207	Control and Systems Engineering		
2208	Electrical and Electronic Engineering		
2209	Industrial and Manufacturing Engineering		
2210	Mechanical Engineering		
2211	Mechanics of Materials		
2212	Ocean Engineering		
2213	Safety, Risk, Reliability and Quality		
2214	Media Technology		
2215	Building and Construction		
2216	Architecture		
2300	Environmental Science		
2301	Environmental Science (miscellaneous)		

Code	Description	ABREVIAT
2302	Ecological Modelling	ENV
2303	Ecology	
2304	Environmental Chemistry	
2305	Environmental Engineering	
2306	Global and Planetary Change	
2307	Health, Toxicology and Mutagenesis	
2308	Management, Monitoring, Policy and Law	
2309	Nature and Landscape Conservation	
2310	Pollution	
2311	Waste Management and Disposal	
2312	Water Science and Technology	
2400	Immunology and Microbiology	IMMU
2401	Immunology and Microbiology (miscellaneous)	
2402	Applied Microbiology and Biotechnology	
2403	Immunology	
2404	Microbiology	
2405	Parasitology	
2406	Virology	
2500	Materials Science	MAT
2501	Materials Science (miscellaneous)	
2502	Biomaterials	
2503	Ceramics and Composites	
2504	Electronic, Optical and Magnetic Materials	
2505	Materials Chemistry	
2506	Metals and Alloys	
2507	Polymers and Plastics	
2508	Surfaces, Coatings and Films	
2600	Mathematics	MATH
2601	Mathematics (miscellaneous)	
2602	Algebra and Number Theory	
2603	Analysis	
2604	Applied Mathematics	
2605	Computational Mathematics	
2606	Control and Optimization	
2607	Discrete Mathematics and Combinatorics	
2608	Geometry and Topology	
2609	Logic	
2610	Mathematical Physics	
2611	Modelling and Simulation	
2612	Numerical Analysis	
2613	Statistics and Probability	
2614	Theoretical Computer Science	
2700	Medicine	MED
2701	Medicine (miscellaneous)	
2702	Anatomy	
2703	Anesthesiology and Pain Medicine	
2704	Biochemistry, medical	
2705	Cardiology and Cardiovascular Medicine	
2706	Critical Care and Intensive Care Medicine	
2707	Complementary and alternative medicine	
2708	Dermatology	
2709	Drug guides	
2710	Embryology	
2711	Emergency Medicine	
2712	Endocrinology, Diabetes and Metabolism	
2713	Epidemiology	
2714	Family Practice	
2715	Gastroenterology	
2716	Genetics(clinical)	
2717	Geriatrics and Gerontology	
2718	Health Informatics	
2719	Health Policy	
2720	Hematology	
2721	Hepatology	
2722	Histology	
2723	Immunology and Allergy	
2724	Internal Medicine	
2725	Infectious Diseases	
2726	Microbiology (medical)	
2727	Nephrology	
2728	Clinical Neurology	
2729	Obstetrics and Gynaecology	
2730	Oncology	
2731	Ophthalmology	
2732	Orthopedics and Sports Medicine	
2733	Otorhinolaryngology	
2734	Pathology and Forensic Medicine	
2735	Pediatrics, Perinatology, and Child Health	
2736	Pharmacology (medical)	
2737	Physiology (medical)	
2738	Psychiatry and Mental health	

Code	Description	ABREVIAT
2739	Public Health, Environmental and Occupational Health	NEU
2740	Pulmonary and Respiratory Medicine	
2741	Radiology Nuclear Medicine and imaging	
2742	Rehabilitation	
2743	Reproductive Medicine	
2744	Reviews and References, Medical	
2745	Rheumatology	
2746	Surgery	
2747	Transplantation	
2748	Urology	
2800	Neuroscience(all)	NEU
2801	Neuroscience (miscellaneous)	
2802	Behavioral Neuroscience	
2803	Biological Psychiatry	
2804	Cellular and Molecular Neuroscience	
2805	Cognitive Neuroscience	
2806	Developmental Neuroscience	
2807	Endocrine and Autonomic Systems	
2808	Neurology	
2809	Sensory Systems	
2900	Nursing	NUR
2901	Nursing (miscellaneous)	
2902	Advanced and Specialised Nursing	
2903	Assessment and Diagnosis	
2904	Care Planning	
2905	Community and Home Care	
2906	Critical Care	
2907	Emergency	
2908	Fundamentals and skills	
2909	Gerontology	
2910	Issues, ethics and legal aspects	
2911	Leadership and Management	
2912	LPN and LVN	
2913	Maternity and Midwifery	
2914	Medical-Surgical	
2915	Nurse Assisting	
2916	Nutrition and Dietetics	
2917	Oncology(nursing)	
2918	Pathophysiology	
2919	Pediatrics	
2920	Pharmacology (nursing)	
2921	Psychiatric Mental Health	
2922	Research and Theory	
2923	Review and Exam Preparation	
3000	Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	PHAR
3001	Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	
3002	Drug Discovery	
3003	Pharmaceutical Science	
3004	Pharmacology	
3005	Toxicology	
3100	Physics and Astronomy	PHY
3101	Physics and Astronomy (miscellaneous)	
3102	Acoustics and Ultrasonics	
3103	Astronomy and Astrophysics	
3104	Condensed Matter Physics	
3105	Instrumentation	
3106	Nuclear and High Energy Physics	
3107	Atomic and Molecular Physics, and Optics	
3108	Radiation	
3109	Statistical and Nonlinear Physics	
3110	Surfaces and Interfaces	
3200	Psychology	PSY
3201	Psychology (miscellaneous)	
3202	Applied Psychology	
3203	Clinical Psychology	
3204	Developmental and Educational Psychology	
3205	Experimental and Cognitive Psychology	
3206	Neuropsychology and Physiological Psychology	
3207	Social Psychology	
3300	Social Sciences	SOC
3301	Social Sciences (miscellaneous)	
3302	Archaeology	
3303	Development	
3304	Education	
3305	Geography, Planning and Development	
3306	Health(social science)	
3307	Human Factors and Ergonomics	
3308	Law	
3309	Library and Information Sciences	
3310	Linguistics and Language	
3311	Safety Research	

Code	Description	ABREVIAT
3312	Sociology and Political Science	
3313	Transportation	
3314	Anthropology	
3315	Communication	
3316	Cultural Studies	
3317	Demography	
3318	Gender Studies	
3319	Life-span and Life-course Studies	
3320	Political Science and International Relations	
3321	Public Administration	
3322	Urban Studies	
3400	Veterinary	
3401	Veterinary (miscellaneous)	
3402	Equine	VET
3403	Food Animals	
3404	Small Animals	
3500	Dentistry	
3501	Dentistry (miscellaneous)	
3502	Dental Assisting	
3503	Dental Hygiene	DEN
3504	Oral Surgery	
3505	Orthodontics	
3506	Periodontics	

360	Health Professions	
3601	Health Professions (miscellaneous)	
3602	Chiropractics	
3603	Complementary and Manual Therapy	
3604	Emergency Medical Services	
3605	Health Information Management	
3606	Medical Assisting and Transcription	
3607	Medical Laboratory Technology	
3608	Medical Terminology	HEAL
3609	Occupational Therapy	
3610	Optometry	
3611	Pharmacy	
3612	Physical Therapy, Sports Therapy and Rehabilitation	
3613	Podiatry	
3614	Radiological and Ultrasound Technology	
3615	Respiratory Care	
3616	Speech and Hearing	

8.2. Referentes inversión I+D como porcentaje del PIB en el mundo

REFERENTES SOBRE LA INVERSIÓN EN I+D COMO PORCENTAJE DEL PIB EN EL MUNDO, 2002, 2007 y 2009			
	INVERSIÓN EN I +D COMO % DEL PIB		
	2009	2007	2002
WORLD	1,77	1,70	1,70
Developed countries	2,32	2,24	2,22
Developing countries (excl. less developed countries)	1,11	0,99	0,83
Less-developed countries	0,20	0,20	0,22
AMERICA	2,13	2,06	2,08
North America	2,72	2,60	2,57
Latin America and the Caribbean	0,66	0,60	0,59
COLOMBIA	0,15	0,15	0,11
EUROPE	1,76	1,62	1,66
European Union	1,92	1,77	1,76
Commonwealth of Independent States in Europe	1,19	1,08	1,18
Central, Eastern and Other Europe	1,36	1,24	1,19
AFRICA	0,41	0,42	0,42
ASIA	1,62	1,58	1,48
China	1,70	1,40	1,07
OCEANIA	2,20	2,11	1,66

Fuente: Unesco Institute for Statistics (2012)

8.3. Inversión en I+D en términos absolutos y relativos. Colombia y países seleccionados, 2009*

	Producto interno bruto (PIB) en millones de USD	Inversión en I+D como porcentaje del PIB	Investigadores por millón de habitantes
ARG	310.286,13	0,59	1.091
BRA	1.595.128,41	1,18	668
CHL	159.328,23	0,43	355
COL	233.326,84	0,15	161
MEX	874.903,00	0,39	384
ESP	1.467.888,29	1,38	2.932
USA	14.043.900,00	3,04	4.673

*O último año disponible. Fuente: Ricyt (2012)

8.4. Distribución mundial de investigadores 2002, 2007, 2009

	% world researchers		
	2002	2007	2009
World	100,0%	100,0%	100,0%
Developed countries	69,4%	62,0%	64,0%
Developing countries (excl. least developed countries)	30,1%	37,5%	35,5%
Least developed countries	0,5%	0,5%	0,5%
Americas	28,2%	25,2%	26,5%
North America	25,2%	21,9%	22,7%
Latin America and the Caribbean	3,0%	3,3%	3,8%
Europe	32,3%	29,7%	31,1%
European Union	20,7%	20,3%	21,8%
Commonwealth of Independent States in Europe	10,0%	7,7%	7,4%
Central, Eastern and Other Europe	1,6%	1,7%	1,9%
Africa	2,2%	2,1%	2,1%
South Africa	0,2%	0,3%	0,3%
Other Sub-Saharan countries (excl. South Africa)	0,5%	0,5%	0,5%
Arab States in Africa	1,5%	1,4%	1,2%
Asia	35,2%	40,9%	38,2%
Japan	10,8%	9,6%	9,4%
China	14,0%	19,9%	16,5%
India	2,3%	2,2%	...
Commonwealth of Independent States in Asia	0,7%	0,6%	0,6%
Newly Industrialised Economies in Asia	5,1%	6,1%	6,8%
Arab States in Asia	0,3%	0,2%	0,2%
Other in Asia (excl. Japan, China, India, Israel)	1,6%	1,8%	1,9%
Oceania	2,0%	2,0%	2,2%

Fuente: Unesco. Institute of Statistics (2012)

8.5. Evolución del número de investigadores (personas físicas). Colombia, 2003-2009. Distribución por género, nivel de formación y disciplinas.

INVESTIGADORES COLOMBIA										
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
INVESTIGADORES COLOMBIA (PERSONAS FÍSICAS)	7.426	8.795	10.502	11.929	13.737	15.171	16.428	17.169	17.110	15.866
GÉNERO										
Femenino	33,71%	33,98%	34,41%	35,09%	35,78%	36,27%	36,44%	36,87%	37,03%	37,24%
Masculino	66,28%	66,01%	65,58%	64,90%	64,21%	63,72%	63,55%	63,12%	62,96%	62,75%
NIVEL DE FORMACIÓN										
Doctorado	20,96%	20,55%	20,14%	19,94%	19,63%	19,42%	19,91%	20,41%	21,53%	23,10%
Maestría	49,20%	48,00%	46,23%	45,02%	43,93%	43,68%	42,99%	43,16%	42,78%	42,85%
Licenciatura o equivalente	29,23%	30,80%	32,93%	34,17%	35,31%	35,36%	35,24%	34,24%	33,03%	30,99%
Terciario no universitario	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Otros	0,59%	0,63%	0,67%	0,85%	1,12%	1,52%	1,83%	2,17%	2,64%	3,04%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
DISCIPLINAS										
Cs. Naturales y Exactas	25,72%	26,23%	25,73%	25,43%	25,22%	25,40%	25,57%	25,24%	--	--
Ingeniería y Tecnología	10,11%	10,63%	11,23%	11,96%	12,65%	13,06%	13,53%	13,85%	--	--
Ciencias Médicas	15,93%	15,15%	15,17%	14,59%	14,27%	13,54%	13,34%	13,28%	--	--
Ciencias Agrícolas	8,28%	8,26%	8,03%	7,71%	7,26%	7,22%	7,11%	6,96%	--	--
Ciencias Sociales	30,72%	30,65%	30,85%	31,78%	32,37%	32,71%	32,56%	32,73%	--	--
Humanidades	9,21%	9,05%	8,95%	8,49%	8,19%	8,04%	7,85%	7,90%	--	--
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	--	--

Fuente: Ricyt (2012)

8.6. Crecimiento promedio anual de la producción de Colombia, región y países seleccionados, 2003-2010

	Tasa de crecimiento promedio anual periodo	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	TOTAL
Colombia	18,87	1.102	1.339	1.567	2.022	2.421	3.439	3.938	4.394	20.222
Brasil	11,52	19.552	22.857	25.387	32.478	36.080	40.942	44.112	46.782	268.190
Chile	9,84	3.163	3.522	3.911	4.778	5.305	5.936	6.260	6.703	39.578
América Latina y El Caribe	9,61	44.297	49.971	55.769	66.758	72.816	82.241	87.831	92.323	552.006
España	7,70	36.811	41.288	46.668	51.622	55.390	59.023	63.060	66.646	420.508
México	6,79	8.501	9.517	10.806	11.948	12.341	13.564	13.798	14.380	94.855
Argentina	6,58	5.981	6.313	6.688	7.306	7.796	8.714	9.427	9.956	62.181
Cuba	6,36	1.083	1.092	1.317	1.703	1.770	1.711	1.939	1.773	12.388
Estados Unidos	4,00	377.001	412.268	441.718	459.268	469.794	481.426	489.623	515.768	3.646.866
Venezuela	2,45	1.565	1.554	1.836	1.713	1.921	2.181	2.149	1.900	14.819

Fuente: SCLmago Research Group, 2012.

8.7. Evolución del número de documentos de la producción científica colombiana, porcentaje que representa respecto a la producción mundial y a América Latina, 2003-2010

EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE DOCUMENTOS DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA COLOMBIANA, PORCENTAJE QUE REPRESENTAN RESPECTO A LA PRODUCCIÓN MUNDIAL Y A AMÉRICA LATINA, 2003-2010									
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	TOTAL
MUNDO	1431158	1611174	1794048	1925011	2039517	2170249	2299876	2458468	15729501
LATINOAMÉRICA	44297	49971	55769	66758	72816	82241	87831	92323	552006
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
LATINOAMÉRICA	2,49%	2,68%	2,81%	3,03%	3,32%	4,18%	4,48%	4,76%	
MUNDO	0,08%	0,08%	0,09%	0,11%	0,12%	0,16%	0,17%	0,18%	
COLOMBIA	1102	1339	1567	2022	2421	3439	3938	4394	20222

Fuente: SClmago Research Group, 2012.

8.8. Evolución de la inversión en I+D por sector de financiamiento, sector de ejecución e investigadores por sectores. Colombia, 2003, 2005, 2007 y 2009

EVOLUCIÓN DE LA INVERSIÓN EN I+D POR SECTOR DE FINANCIAMIENTO, SECTOR EJECUCIÓN E INVESTIGADORES POR SECTORES. COLOMBIA, 2003, 2005, 2007 Y 2009																
	FINANCIAMIENTO				EJECUCIÓN				INVESTIGADORES				PRODUCCIÓN SCOPUS			
	2003	2005	2007	2009	2003	2005	2007	2009	2003	2005	2007	2009	2003	2005	2007	2009
Gobierno	35,65%	38,03%	41,70%	55,77%	3,55%	6,81%	6,09%	6,16%	166%	151%	131%	2,00%	2,40%	2,35%	2,39%	2,54%
Empresas	31,05%	29,22%	25,99%	13,88%	23,68%	21,46%	13,35%	16,18%	0,18%	0,26%	0,27%	108%	10,4%	0,84%	0,54%	190%
Educación Superior	20,46%	22,55%	20,49%	20,96%	46,09%	50,80%	46,14%	47,21%	89,43%	89,57%	91,25%	90,09%	68,88%	70,65%	74,80%	79,29%
Org.priv.sin fines de lucro	2,90%	4,17%	7,23%	4,64%	26,66%	20,91%	29,39%	30,43%	8,71%	8,64%	7,15%	6,82%	--	--	--	--
Extranjero	9,92%	6,00%	4,58%	4,72%	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Salud	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	14,24%	12,13%	10,90%	8,09%
Otros	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	7,68%	7,71%	6,40%	4,41%
Sin sector	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	5,76%	6,32%	4,97%	3,77%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuentes: Ricyt (2012), Conicyt (2012), SClmago (c2007-2012)

8.9. Revistas colombianas indexadas en SciVerse Scopus® (Abril 2012)

	TÍTULO	ISSN	EDITOR	cobertura
1	Acta Biologica Colombiana	0120548X	Universidad Nacional de Colombia	2008-
2	Acta Colombiana de Psicología	01239155	Universidad Católica de Colombia	2007-
3	Análisis Político	01214705	Universidad Nacional de Colombia	2007-; 1996
4	Avances en Psicología Latinoamericana	17944724	Fundación para el Avance de la Psicología	2006-
5	Biomedica : revista del Instituto Nacional de Salud	01204157	Instituto Nacional de Salud	2001-
6	Bitacora Urbano Territorial	01247913	Universidad Nacional de Colombia	2009-

	TÍTULO	ISSN	EDITOR	cobertura
7	Boletín de historia y antigüedades	00066303	Academia Colombiana de Historia	2001
8	Caldasia	03665232	Universidad Nacional de Colombia	2008- (1981, 1983-1984, 1986, 1989, 1992-1993; 1995-1997)
9	Colombia Medica	01208322	Universidad del Valle	2004- (1996-
10	CT y F - Ciencia, Tecnología y Futuro	01225383	Instituto del Petróleo, Ecopetrol	1996-
11	Cuadernos de Administración	01203592	Pontificia Universidad Javeriana	2008-
12	Cuadernos de Desarrollo Rural	01221450	Pontificia Universidad Javeriana	2008-
13	Cuadernos de Economía	01214772	Universidad Nacional de Colombia	2007-
14	DYNA	00127353	Universidad Nacional de Colombia	2008-
15	Earth Sciences Research Journal	17946190	Universidad Nacional de Colombia	2007-
16	Fronteras de la Historia	01234676	Instituto Colombiano de Antropología e Historia	2001-2002; 1999
17	Historia Crítica	01211617	Universidad de los Andes, Colombia	2001-
18	Iatreia	01210793	Universidad de Antioquia	1988-
19	Ideas y Valores	01200062	Universidad Nacional de Colombia	2010-
20	Ingeniería y Universidad	01232126	Pontificia Universidad Javeriana	2008-
21	Innovar: Revista de Ciencias Administrativas y Sociales	01215051	Universidad Nacional de Colombia	2008-
22	Journal of Science Education	01245481	Foundation Journal of Science Education	2009-
23	Livestock Research for Rural Development	01213784	Centro para la Investigación en Sistemas	1996-
24	Magis	20271174	Pontificia Universidad Javeriana	2008-
25	Ornitología Colombiana	17940915	Asociación Colombiana de Ornitología	2009-
26	Revista Ciencias de la Salud	16927273	Universidad del Rosario	2007-
27	Revista Colombiana de Anestesiología	01203347	Sociedad Colombiana de Anestesiología y Reanimación;	2008-
28	Revista Colombiana de Antropología	04866525	Instituto Colombiano de Antropología e Historia	2011-
29	Revista Colombiana de Cardiología	01205633	Sociedad Colombiana de Cardiología	2008-
30	Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias	01200690	Universidad de Antioquia	2008-
31	Revista Colombiana de Entomología	01200488	Sociedad Colombiana de Entomología	2009-
32	Revista Colombiana de Estadística	01201751	Universidad Nacional de Colombia	2001-
33	Revista Colombiana de Gastroenterología	01209957	Asociación Colombiana de Gastroenterología	2008-
34	Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología	00347434	Sociedad Colombiana De Obstetricia y Ginecología	2008- (1960; 1962-1971-
35	Revista Colombiana de Química	01202804	Universidad Nacional de Colombia	2008-
36	Revista de Economía del Rosario	01235362	Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario	2007-
37	Revista de Economía Institucional	01245996	Universidad Externado de Colombia	2009-
38	Revista de Salud Pública	01240064	Universidad Nacional de Colombia	2003-
39	Revista Facultad de Ingeniería	01206230	Universidad de Antioquia	2008-
40	Revista Facultad de Medicina	01200011	Universidad Nacional de Colombia	2007-
41	Revista Gerencia y Políticas de Salud	16577027	Pontificia Universidad Javeriana	2011-
42	Revista Latinoamericana de Psicología	01200534	Fundación Universitaria Konrad Lorenz	1996-
43	Revista MVZ Córdoba	01220268	Universidad de Córdoba	2008-
44	Salud Uninorte	01205552	Universidad del Norte	2005-
45	Saludarte	16574400	Colsubsidio	2000-2007 (inactiva)
46	Universitas Psychologica	16579267	Pontificia Universidad Javeriana	2007-
47	Universitas Scientiarum	01227483	Pontificia Universidad Javeriana	2009-
48	Vitae	01214004	Universidad de Antioquia	2009-

Fuente: (Elsevier. SciVerse Team, 2012). Los títulos en letra gris no se incluyen en el estudio, bien por estar inactivos o por haber sido ingresados después del período de análisis.

8.10. Distribución por cuartiles de las revistas donde se publica la producción científica colombiana, 2003-2010

Year	ASSJR	Q4 (lowest values)			Q3			Q2			Q1 (highest values)		
		Output	%	Normalized citation	Output	%	Normalized citation	Output	%	Normalized citation	Output	%	Normalized citation
2003	0,96	85	7,71%	0,25	268	24,32%	0,37	467	42,38%	0,54	507	46,01%	1,24
2004	0,92	111	8,29%	0,45	395	29,50%	0,25	502	37,49%	0,52	537	40,10%	1,34
2005	0,92	158	10,08%	0,4	443	28,27%	0,29	490	31,27%	0,6	689	43,97%	1,41
2006	0,94	163	8,06%	0,18	683	33,78%	0,29	785	38,82%	0,77	696	34,42%	1,62
2007	0,93	412	17,02%	0,23	899	37,13%	0,34	773	31,93%	0,69	802	33,13%	1,75
2008	0,91	879	25,56%	0,17	1107	32,19%	0,38	948	27,57%	0,69	984	28,61%	1,46
2009	0,91	1171	29,74%	0,14	1256	31,89%	0,31	914	23,21%	0,76	978	24,83%	1,58
2010	0,88	1239	28,20%	0,12	1221	27,79%	0,28	979	22,28%	0,87	1109	25,24%	1,61

Fuente: SClmago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus©

8.11. Distribución por cuartiles de las revistas donde se publica la producción científica colombiana de excelencia liderada, 2003-2010

Year	ASSJR	Q4 (lowest values)			Q3			Q2			Q1 (highest values)		
		Output	%	Normalized citation	Output	%	Normalized citation	Output	%	Normalized citation	Output	%	Normalized citation
2003	1,13			5	17,24%	2,71	12	41,38%	2,64	24	82,76%	3,44	
2004	1,06	1	2,94%	7,55	5	14,71%	1,99	9	26,47%	2,18	26	76,47%	2,82
2005	1,12			2	5,13%	3,45	13	33,33%	3,12	33	84,62%	3,63	
2006	1,15			5	9,43%	2,82	17	32,08%	2,89	45	84,91%	3,74	
2007	1,1			12	19,67%	3,57	21	34,43%	2,55	48	78,69%	3,73	
2008	1,13			5	7,35%	2,67	29	42,65%	3,66	52	76,47%	3,33	
2009	1,11	4	5,19%	3,6	14	18,18%	4,01	30	38,96%	3,42	56	72,73%	4,08
2010	1,1	4	3,54%	4,77	14	12,39%	3,65	48	42,48%	4,32	90	79,65%	4,03

Fuente: SClmago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus©

8.12. Fuentes de publicación de la producción científica colombiana de excelencia liderada, 2003-2010

	Source	Country	Output
1	Applied Mathematics and Computation	NLD	15
2	Theoretical And Applied Genetics	DEU	12
3	Biomedica : revista del Instituto Nacional de Salud	MEX	7
4	Lecture Notes in Computer Science	DEU	7
5	Bioresource Technology	NLD	6
6	Applied Clay Science	NLD	5
7	Applied Surface Science	NLD	5
8	Fuel	NLD	5
9	Mathematical Problems in Engineering	USA	5
10	Memorias do Instituto Oswaldo Cruz	BRA	5
11	Wear	NLD	5
12	American Journal of Obstetrics and Gynecology	USA	4
13	Applied Catalysis A: General	NLD	4
14	Bioorganic and Medicinal Chemistry	NLD	4
15	Construction and Building Materials	NLD	4

	Source	Country	Output
16	Energy	NLD	4
17	Fluid Phase Equilibria	NLD	4
18	Journal of Hazardous Materials	NLD	4
19	Journal of Physics Condensed Matter	GBR	4
20	Journal of the Optical Society of America A: Optics and Image Science, and Vision	USA	4
21	Physical Review D - Particles, Fields, Gravitation and Cosmology	USA	4
22	Structural Safety	NLD	4
23	American Journal of Tropical Medicine and Hygiene	USA	3
24	Catalysis Today	NLD	3
25	Cochrane Database of Systematic Reviews	USA	3
26	Corrosion Science	NLD	3
27	Critical Care	GBR	3
28	Crop Science	USA	3

	Source	Country	Output
29	Engineering Structures	NLD	3
30	Journal of Applied Polymer Science	USA	3
31	Journal of Development of Economics	NLD	3
32	Journal of Infectious Diseases	USA	3
33	Journal of Periodontology	USA	3
34	Materiales de Construccion	ESP	3
35	Physics Letters, Section B: Nuclear, Elementary Particle and High-Energy Physics	NLD	3
36	PLoS One	USA	3
37	Seminars in Arthritis and Rheumatism	GBR	3
38	Waste Management	NLD	3
39	Acta Tropica	NLD	2
40	Agriculture, Ecosystems and Environment	NLD	2
41	American Journal of Hypertension	GBR	2
42	Autoimmunity Reviews	NLD	2
43	BMC Evolutionary Biology	GBR	2
44	Brazilian Journal of Chemical Engineering	BRA	2
45	Carbohydrate Polymers	NLD	2
46	Cement and Concrete Research	NLD	2
47	Clinical Infectious Diseases	USA	2
48	Combustion and Flame	NLD	2
49	Engineering Applications of Artificial Intelligence	NLD	2
50	Euphytica	NLD	2
51	Growth Factors	GBR	2
52	Iatreia	COL	2
53	IEEE International Conference on Fuzzy Systems	USA	2
54	IEEE Transactions on Power Delivery	USA	2
55	IEEE Transactions on Power Systems	USA	2
56	Industrial and Engineering Chemistry Research	USA	2
57	Infection, Genetics and Evolution	NLD	2
58	International Journal of Cardiology	NLD	2
59	Journal of Chromatography A	NLD	2
60	Journal of Engineering Mechanics - ASCE	USA	2
61	Journal of Nanoscience and Nanotechnology	USA	2
62	Journal of Structural Engineering	USA	2
63	Journal of Thermal Analysis and Calorimetry	HUN	2
64	Journal of Toxicology and Environmental Health - Part A: Current Issues	GBR	2
65	Medical Mycology	GBR	2
66	Molecular Breeding	NLD	2
67	Nonlinear Analysis, Theory, Methods and Applications	NLD	2
68	Pest Management Science	USA	2
69	Physica A: Statistical Mechanics and its Applications	NLD	2
70	Plant Molecular Biology	NLD	2
71	Social Science and Medicine	NLD	2
72	Tetrahedron	NLD	2
73	Tetrahedron Letters	NLD	2
74	Tuberculosis	USA	2
75	Zootaxa	NZL	2
76	Accounts of Chemical Research	USA	1
77	ACI Materials Journal	USA	1
78	Acta Materialia	NLD	1
79	Acta Paediatrica, International Journal of Paediatrics	GBR	1
80	Advances in Cement Research	USA	1
81	AIAA Journal	USA	1
82	AIDS Patient Care and STDs	USA	1
83	American Journal of Botany	USA	1
84	American Journal of Neuroradiology	USA	1
85	American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics	USA	1
86	Anesthesiology	USA	1
87	Animal Behaviour	USA	1
88	Annals of Epidemiology	NLD	1
89	Annals of Pure and Applied Logic	NLD	1
90	Annals of Surgery	USA	1
91	Annals of the Association of American Geographers	GBR	1
92	Annals of Tropical Medicine and Parasitology	GBR	1
93	Annual Conference of the North American Fuzzy Information Processing Society - NAFIPS	-	1
94	Antimicrobial Agents and Chemotherapy	USA	1
95	Applied Research in Quality of Life	DEU	1
96	Aquaculture	NLD	1
97	Archives of facial plastic surgery : official publication for the American Academy of Facial Plastic and Reconstructive Surgery, Inc. and the International Federation of Facial Plastic Surgery Societies	USA	1
98	Archives of Internal Medicine	USA	1
99	Archives of Medical Research	NLD	1
100	Archives of Ophthalmology	USA	1
101	Archives of Otolaryngology - Head and Neck Surgery	USA	1
102	Atencion Primaria	ESP	1
103	Biological Conservation	NLD	1
104	Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters	NLD	1
105	Biophysical Journal	USA	1
106	BMC Bioinformatics	GBR	1
107	BMC Complementary and Alternative Medicine	GBR	1

	Source	Country	Output
108	BMC Plant Biology	GBR	1
109	Boletin de la Sociedad Espanola de Ceramica y Vidrio	ESP	1
110	Brazilian Journal of Medical and Biological Research	BRA	1
111	British Journal of Cancer	GBR	1
112	British Medical Journal	GBR	1
113	Bulletin of Entomological Research	GBR	1
114	Bulletin of the World Health Organization	CHE	1
115	CAD Computer Aided Design	NLD	1
116	Cellulose	GBR	1
117	Cement and Concrete Composites	NLD	1
118	Ceramics International	NLD	1
119	Chaos, Solitons and Fractals	NLD	1
120	Chemical Engineering Journal	NLD	1
121	Chemical Engineering Science	NLD	1
122	Chemical Physics Letters	NLD	1
123	Chemical Reviews	USA	1
124	Chest	USA	1
125	Classical and Quantum Gravity	GBR	1
126	Clinical Immunology	USA	1
127	Clinical Microbiology and Infection	GBR	1
128	Clinical Rheumatology	DEU	1
129	Communications in Computer and Information Science	DEU	1
130	Computers and Geosciences	NLD	1
131	Computers and Mathematics with Applications	NLD	1
132	Critical Care Medicine	USA	1
133	Current Opinion in Pharmacology	NLD	1
134	Current Organic Chemistry	NLD	1
135	Dermatologic Surgery	GBR	1
136	Diseases of Aquatic Organisms	DEU	1
137	DYNA	COL	1
138	EcoHealth	DEU	1
139	Ecological Economics	NLD	1
140	Ecology	USA	1
141	Educational Technology and Society	USA	1
142	Electric Power Systems Research	NLD	1
143	Electrochimica Acta	NLD	1
144	Energy and Fuels	USA	1
145	Energy Conversion and Management	NLD	1
146	Energy Economics	NLD	1
147	Entomologia Experimentalis et Applicata	GBR	1
148	Environmental Geochemistry and Health	NLD	1
149	Environmental Pollution	NLD	1
150	European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation	USA	1
151	European Journal of Medicinal Chemistry	NLD	1
152	European Journal of Operational Research	NLD	1
153	European Physical Journal B	DEU	1
154	Europhysics Letters	FRA	1
155	Euro surveillance : bulletin europeen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin	FRA	1
156	Evolution; international journal of organic evolution	USA	1
157	Expert Review of Cardiovascular Therapy	GBR	1
158	FEMS Yeast Research	GBR	1
159	Fertility and Sterility	NLD	1
160	Food Chemistry	NLD	1
161	Forensic Science International	NLD	1
162	Forest Ecology and Management	NLD	1
163	Geosynthetics International	USA	1
164	Global Environmental Change	NLD	1
165	Headache	GBR	1
166	Heart Rhythm	NLD	1
167	Human Ecology	USA	1
168	Human Pathology	GBR	1
169	Human Vaccines	USA	1
170	Hypertension	USA	1
171	IEEE Communications Magazine	USA	1
172	IEEE Computational Intelligence Magazine	USA	1
173	IEEE Control Systems Magazine	USA	1
174	IEEE Transactions on Industrial Electronics	USA	1
175	IET Generation, Transmission and Distribution	GBR	1
176	Immunology	GBR	1
177	Indoor and Built Environment	USA	1
178	Intelligent Automation and Soft Computing	USA	1
179	International Economic Review	GBR	1
180	International Endodontic Journal	GBR	1
181	International Entrepreneurship and Management Journal	DEU	1
182	International Journal of Cancer	USA	1
183	International Journal of Dermatology	GBR	1
184	International Journal of Legal Medicine	DEU	1
185	International Review of Electrical Engineering	ITA	1
186	Internet Research	GBR	1
187	JAMA - Journal of the American Medical Association	USA	1
188	Journal of Aerospace Engineering	USA	1
189	Journal of Aging and Health	USA	1
190	Journal of Agricultural and Food Chemistry	USA	1
191	Journal of Animal Ecology	GBR	1

ANÁLISIS DEL DOMINIO CIENTÍFICO COLOMBIANO: una visión macro a partir de datos SciVerse Scopus®

	Source	Country	Output
192	Journal of Autoimmunity	USA	1
193	Journal of Biomedical Informatics	USA	1
194	Journal of Business Research	NLD	1
195	Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia	GBR	1
196	Journal of Cataract and Refractive Surgery	NLD	1
197	Journal of Cellular and Molecular Medicine	ROU	1
198	Journal of Chemical Information and Modeling	USA	1
199	Journal of Clinical Microbiology	USA	1
200	Journal of Clinical Periodontology	GBR	1
201	Journal of Construction Engineering and Management - ASCE	USA	1
202	Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	GBR	1
203	Journal of Dynamic Systems, Measurement and Control, Transactions of the ASME	USA	1
204	Journal of Economic History	GBR	1
205	Journal of Economics and Business	NLD	1
206	Journal of Economics and Management Strategy	GBR	1
207	Journal of Endodontics	USA	1
208	Journal of Evolutionary Biology	GBR	1
209	Journal of Forensic Sciences	USA	1
210	Journal of Geophysical Research	USA	1
211	Journal of Happiness Studies	NLD	1
212	Journal of Hydrology	NLD	1
213	Journal of Infection	GBR	1
214	Journal of Insect Physiology	NLD	1
215	Journal of Insect Science	USA	1
216	Journal of Invertebrate Pathology	USA	1
217	Journal of Lightwave Technology	USA	1
218	Journal of Magnetism and Magnetic Materials	NLD	1
219	Journal of Mathematical Analysis and Applications	USA	1
220	Journal of Mechanical Design - Transactions of the ASME	USA	1
221	Journal of Molecular Medicine	DEU	1
222	Journal of Natural Products	USA	1
223	Journal of Pain	USA	1
224	Journal of Physiology	GBR	1
225	Journal of Power Sources	NLD	1
226	Journal of Quality Technology	USA	1
227	Journal of Refractive Surgery	USA	1
228	Journal of Rheumatology	CAN	1
229	Journal of Sexual Medicine	GBR	1
230	Journal of Software Maintenance and Evolution	USA	1
231	Journal of Sound and Vibration	USA	1
232	Journal of Stored Products Research	NLD	1
233	Journal of Symbolic Logic	USA	1
234	Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology	GBR	1
235	Journal of the National Cancer Institute	GBR	1
236	Lancet, The	GBR	1
237	Logic Journal of the IGPL	GBR	1
238	Materials Chemistry and Physics	CHE	1
239	Materials Research Bulletin	NLD	1
240	Materials Science and Engineering B: Solid-State Materials for Advanced Technology	NLD	1
241	Mathematical and Computer Modelling	NLD	1
242	Medical and Veterinary Entomology	GBR	1
243	Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal	ESP	1
244	Microbial Ecology	DEU	1
245	Microelectronics Journal	NLD	1
246	Micron	NLD	1
247	Millennium: Journal of International Studies	GBR	1
248	Molecular and Biochemical Parasitology	NLD	1
249	Molecular Biology and Evolution	GBR	1
250	Multiscale Modeling and Simulation	USA	1
251	Nanotechnology	GBR	1
252	Natural Product Communications	USA	1

	Source	Country	Output
253	Nature Genetics	GBR	1
254	Nature Reviews Microbiology	GBR	1
255	Nonlinear Analysis: Real World Applications	NLD	1
256	Obesity	USA	1
257	Obesity Surgery	CAN	1
258	Ocean and Coastal Management	NLD	1
259	Ophthalmology	NLD	1
260	Organic Letters	USA	1
261	Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology	NLD	1
262	Parasitology Research	DEU	1
263	Pediatric Infectious Disease Journal	USA	1
264	Physical Chemistry Chemical Physics	GBR	1
265	Physical Review A - Atomic, Molecular, and Optical Physics	USA	1
266	Physical Review B - Condensed Matter and Materials Physics	USA	1
267	Physica Status Solidi (B): Basic Research	GBR	1
268	Physics of Fluids	USA	1
269	Pigment Cell and Melanoma Research	GBR	1
270	PLoS Neglected Tropical Diseases	USA	1
271	Politics and Society	USA	1
272	Polymer Engineering and Science	USA	1
273	Poultry Science	USA	1
274	Powder Technology	NLD	1
275	Proceedings of the ACM Great Lakes Symposium on VLSI	USA	1
276	Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing	USA	1
277	Proceedings of the Combustion Institute	USA	1
278	Production Planning and Control	GBR	1
279	Progress in Biophysics and Molecular Biology	NLD	1
280	Quantitative Finance	GBR	1
281	Reproduction in Domestic Animals	GBR	1
282	Review of Educational Research	USA	1
283	Revista de Biología Tropical	CRI	1
284	Revista de Salud Pública	COL	1
285	Robotics and Computer-Integrated Manufacturing	NLD	1
286	Scientia Horticulturae	NLD	1
287	Scripta Materialia	NLD	1
288	Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine	USA	1
289	Sensors	CHE	1
290	Structural and Multidisciplinary Optimization	DEU	1
291	Studia Logica	NLD	1
292	Surgery for Obesity and Related Diseases	NLD	1
293	Systems and Control Letters	NLD	1
294	Telecommunications Policy	NLD	1
295	Theriogenology	NLD	1
296	TrAC - Trends in Analytical Chemistry	NLD	1
297	Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene	GBR	1
298	Transportation Research, Part A: Policy and Practice	NLD	1
299	Transportation Research, Series B: Methodological	NLD	1
300	Trends in Parasitology	NLD	1
301	Ultrasonics Sonochemistry	NLD	1
302	Utilities Policy	NLD	1
303	Vaccine	NLD	1
304	Water International	USA	1
305	Water Research	NLD	1
306	World Mycotoxin Journal	NLD	1

Fuente: SClmago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus®

8.13. Dispersión temática de la producción total, de excelencia, liderada, y de excelencia liderada. Colombia, 2003-2010

DISPERSIÓN TEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN TOTAL, DE EXCELENCIA, LIDERADA Y DE EXCELENCIA LIDERADA. COLOMBIA, 2003-2010.								
PRODUCCIÓN TOTAL	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Número de Documentos	1797	2001	2298	2989	3578	4931	5826	6211
Número de Categorías	200	213	212	233	238	251	249	252
PRODUCCIÓN DE EXCELENCIA	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Número de Documentos	179	172	223	310	347	413	507	649
Número de Categorías	99	83	107	114	140	143	170	168
PRODUCCIÓN LIDERADA	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Número de Documentos	1067	1181	1411	1902	2327	3427	3945	4150
Número de Categorías	172	179	188	217	217	228	230	237
PRODUCCIÓN DE EXCELENCIA LIDERADA	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Número de Documentos	68	64	84	121	125	154	189	259
Número de Categorías	54	41	48	66	82	89	109	99

Fuente: SCLmag Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus®

8.14. Distribución temática de la producción científica colombiana, 2003-2010

Subject Area	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
AGR	12,06%	11,41%	9,73%	9,69%	8,17%	9,82%	9,09%	7,67%
ART	0,95%	0,53%	0,73%	0,72%	1,14%	1,21%	1,36%	1,26%
BIO	12,20%	14,31%	12,64%	13,32%	11,41%	13,78%	14,45%	14,68%
BUS	0,41%	0,30%	0,47%	0,52%	0,67%	0,55%	0,65%	0,71%
CENG	2,17%	1,30%	2,50%	1,76%	2,74%	2,23%	2,13%	2,14%
CHEM	3,86%	4,14%	3,49%	3,39%	3,48%	2,86%	3,40%	3,63%
COMP	3,32%	2,90%	3,12%	2,91%	3,41%	2,79%	3,27%	3,57%
DEC	0,34%	0,30%	0,47%	0,52%	0,50%	0,40%	0,50%	0,69%
DEN	0,61%	0,47%	0,62%	0,56%	0,80%	0,60%	0,81%	0,86%
EAR	2,37%	2,31%	2,50%	1,99%	2,98%	2,44%	2,54%	2,71%
ECO	0,88%	0,53%	0,73%	0,64%	0,84%	0,83%	1,19%	1,24%
ENER	1,29%	1,18%	1,14%	1,24%	1,57%	1,73%	1,65%	1,45%
ENG	6,44%	7,81%	4,99%	5,38%	5,19%	6,83%	5,96%	6,63%
ENV	2,85%	2,78%	3,12%	2,87%	3,38%	2,76%	3,19%	3,16%
GRAL	0,20%	0,24%	0,42%	0,44%	0,27%	0,30%	0,42%	0,35%
HEAL	0,14%	0,12%	0,36%	0,36%	0,23%	0,28%	0,29%	0,31%
IMMU	5,56%	4,67%	4,21%	4,35%	4,18%	3,67%	3,84%	4,06%
MAT	4,07%	4,20%	3,85%	3,91%	3,48%	3,49%	3,82%	4,00%
MATH	5,56%	4,97%	4,89%	4,43%	4,28%	3,72%	4,84%	4,12%

Subject Area	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
MED	20,12%	20,88%	23,93%	25,53%	24,26%	24,65%	21,21%	21,19%
NEU	1,02%	1,06%	0,83%	1,20%	1,41%	1,38%	1,52%	1,45%
NUR	0,07%	0,06%	0,16%	0,24%	0,20%	0,25%	0,19%	0,24%
PHAR	1,76%	1,18%	1,25%	1,32%	2,38%	2,01%	2,04%	2,08%
PHY	7,45%	8,46%	9,73%	8,54%	7,90%	7,05%	6,63%	6,79%
PSY	1,02%	0,89%	0,83%	0,92%	1,27%	1,26%	1,50%	1,41%
SOC	2,78%	2,66%	2,65%	2,75%	3,11%	2,51%	2,69%	2,77%
VET	0,54%	0,35%	0,62%	0,52%	0,74%	0,60%	0,81%	0,84%

Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus©

8.15. Posición relativa de las áreas respecto a su especialización temática, visibilidad relativa al mundo, porcentaje de documentos en colaboración internacional y volumen de producción

ÁREA TEMÁTICA	IER	CiTNorm	NDoc	%CollInternal	
Environmental Science	ENV	0,94	1,09	717	77,96
Earth and Planetary Sciences	EAR	0,76	0,97	559	73,70
Neuroscience	NEU	0,62	1,01	176	73,30
Physics and Astronomy	PHY	0,98	0,92	1784	69,51
Decision Sciences	DEC	0,83	0,72	75	69,33
Immunology and Microbiology	IMMU	1,20	1,02	1037	64,90
Mathematics	MAT	0,84	0,71	878	63,90
Health Professions	COMP	0,75	0,77	647	63,52
Mathematics	MATH	0,96	0,79	927	61,60
Chemical Engineering	HEAL	0,58	0,92	52	61,54
Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	PHAR	0,75	0,83	298	60,40
General	GRAL	0,81	1,09	124	58,87
Agricultural and Biological Sciences	AGR	1,35	0,72	3328	56,88
Medicine	CHEM	0,78	0,60	931	55,53
Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	BIO	0,91	0,58	1983	54,82
Chemical Engineering	CENG	1,04	0,89	729	51,44
Energy	ENE	0,91	0,83	205	50,24
Dentistry	DEN	1,29	1,16	144	49,31
Engineering	ENG	0,90	0,73	1818	47,52
Business, Management and Accounting	BUS	0,97	0,41	254	45,28
Nursing	NUR	0,74	0,94	104	43,27
Medicine	MED	1,06	0,79	5554	38,08
Veterinary	VET	1,36	0,50	341	36,36
Social Sciences	SOC	1,05	0,54	782	35,04
Economics, Econometrics and Finance	ECO	1,20	0,48	314	34,39
Psychology	PSY	1,18	0,25	393	32,57
Arts and Humanities	ART	1,17	0,19	305	22,30

Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos Scopus

8.16. Posición relativa de las áreas respecto a su porcentaje de documentos en colaboración internacional, en revistas de primer cuartil, volumen de producción y visibilidad relativa al mundo. Colombia 2003-2010.

ÁREA TEMÁTICA	ABREVIAT	%Col Internal	%(Q1)	Ndoc	CitNorm	Rango
Dentistry	DEN	49,31	40,28	144	1,16	0-25%
Environmental Science	ENV	77,96	66,53	717	1,09	
General	GRAL	58,87	42,74	124	1,09	
Immunology and Microbiology	IMMU	64,9	41,47	1037	1,02	
Neuroscience	NEU	73,3	43,18	176	1,01	
Earth and Planetary Sciences	EAR	73,7	43,65	559	0,97	25%
Nursing	NUR	43,27	28,85	104	0,94	
Health Professions	HEAL	61,54	50	52	0,92	
Physics and Astronomy	PHY	69,51	39,29	1784	0,92	
Chemical Engineering	CENG	51,44	45,13	729	0,89	
Energy	ENE	50,24	47,8	205	0,83	
Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	PHAR	60,4	32,89	298	0,83	
Mathematics	MATH	61,6	31,61	927	0,79	
Medicine	MED	38,08	28,54	5554	0,79	
Computer Science	COMP	63,52	17	647	0,77	
Engineering	ENG	47,52	27,01	1818	0,73	
Agricultural and Biological Sciences	AGR	56,88	32,06	3328	0,72	
Decision Sciences	DEC	69,33	60	75	0,72	
Materials Science	MAT	63,9	51,59	878	0,71	
Chemistry	CHEM	55,53	26,1	931	0,60	
Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	BIO	54,82	20,32	1983	0,58	
Social Sciences	SOC	35,04	25,19	782	0,54	
Veterinary	VET	36,36	15,25	341	0,50	51-75%
Economics, Econometrics and Finance	ECO	34,39	22,61	314	0,48	
Business, Management and Accounting	BUS	45,28	17,72	254	0,41	
Psychology	PSY	32,57	8,4	393	0,25	
Arts and Humanities	ART	22,3	9,84	305	0,19	76-%

Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos Scopus

8.17. Posición relativa de Colombia, por áreas temáticas

AGR					ART					BIO				
	NDOC AREA	IET	IAR	IR		NDOC AREA	IET	IAR	IR		NDOC AREA	IET	IAR	IR
BRA	48375	1,39	1,30	0,65	BRA	1974	0,82	0,62	0,47	BRA	28190	0,94	0,86	0,82
MEX	14590	1,32	1,34	0,87	MEX	677	0,80	0,65	0,56	MEX	8003	0,84	0,81	0,96
ARG	12886	1,44	1,38	0,91	ARG	692	1,02	0,82	0,65	ARG	8563	1,08	0,95	1,02
CHL	5991	1,31	1,22	0,91	CHL	967	1,39	0,66	0,22	CHL	3394	0,84	0,81	1,26
COL	3328	1,35	1,36	0,72	COL	305	1,17	0,48	0,14	COL	1983	0,91	0,81	0,71
VEN	2482	1,35	1,28	0,65	VEN	170	1,04	0,72	0,37	VEN	1203	0,82	0,76	0,84
CUB	1642	1,25	1,23	0,51	CUB	31	0,38	0,31	0,38	CUB	1317	0,95	1,12	0,92
ESP	43824	1,13	1,18	1,35	ESP	6013	1,14	0,91	0,70	ESP	47777	0,98	0,94	1,40

BUS					CENG					CHEM				
	NDOC AREA	IET	IAR	IR		NDOC AREA	IET	IAR	IR		NDOC AREA	IET	IAR	IR
BRA	1439	0,57	0,41	0,62	BRA	8658	0,99	1,19	1,06	BRA	17173	0,94	1,03	1,05
MEX	427	0,50	0,49	0,98	MEX	3584	1,07	1,26	1,11	MEX	5755	0,92	0,96	1,01
ARG	256	0,47	0,27	0,66	ARG	2685	1,13	1,26	1,24	ARG	5338	1,09	1,03	1,06
CHL	276	0,68	0,59	1,09	CHL	1062	0,90	0,93	1,07	CHL	2359	0,91	0,75	0,89
COL	254	0,97	0,54	0,34	COL	729	1,04	1,16	0,80	COL	931	0,78	0,73	0,69
VEN	281	1,17	0,26	0,10	VEN	601	1,10	1,33	1,11	VEN	1021	0,98	1,02	0,94
CUB	16	0,18	0,03	0,11	CUB	343	0,91	1,23	0,91	CUB	809	0,95	1,31	1,24
ESP	4570	0,89	0,88	1,46	ESP	13784	0,99	1,17	1,59	ESP	39245	1,13	1,21	1,63

COMP					DEC					DEN				
	NDOC AREA	IET	IAR	IR		NDOC AREA	IET	IAR	IR		NDOC AREA	IET	IAR	IR
BRA	9816	0,81	0,81	0,95	BRA	1171	0,91	1,02	1,01	BRA	6035	1,70	1,76	0,92
MEX	4398	0,93	0,90	0,94	MEX	407	0,90	1,06	1,18	MEX	198	0,69	0,79	0,92
ARG	1642	0,66	0,56	1,05	ARG	196	0,75	0,52	0,64	ARG	191	0,88	0,92	1,04
CHL	1589	0,85	0,80	1,13	CHL	331	1,23	1,23	1,12	CHL	158	1,01	1,11	1,21
COL	647	0,75	0,69	0,74	COL	75	0,83	1,01	1,03	COL	144	1,29	1,49	1,02
VEN	475	0,75	0,73	0,89	VEN	93	1,09	1,22	1,02	VEN	212	1,57	1,00	0,19
CUB	498	0,85	1,04	0,92	CUB	31	0,65	0,90	0,94	CUB	159	1,53	0,27	0,02
ESP	28106	1,11	1,02	1,25	ESP	2972	1,15	1,15	1,27	ESP	1800	1,04	0,89	0,81

EAR					ECO					ENER				
	NDOC AREA	IET	IAR	IR		NDOC AREA	IET	IAR	IR		NDOC AREA	IET	IAR	IR
BRA	9504	0,88	0,91	0,83	BRA	1455	0,68	0,48	0,57	BRA	2486	0,87	1,07	0,97
MEX	5696	1,14	1,24	1,00	MEX	615	0,77	0,67	0,80	MEX	1322	1,07	1,26	1,00
ARG	4880	1,27	1,20	0,90	ARG	429	0,80	0,72	1,06	ARG	447	0,74	0,86	1,10
CHL	4969	1,47	1,66	1,88	CHL	558	1,15	1,00	0,97	CHL	153	0,48	0,63	1,30
COL	559	0,76	0,86	0,85	COL	314	1,20	0,97	0,52	COL	205	0,91	1,03	0,72
VEN	632	0,97	1,32	1,57	VEN	57	0,54	0,17	0,23	VEN	235	1,13	1,18	0,69
CUB	199	0,52	0,68	0,77	CUB	10	0,14	0,18	0,81	CUB	75	0,66	1,13	1,14
ESP	17790	0,97	1,02	1,35	ESP	5375	1,10	0,96	1,10	ESP	3534	0,82	1,04	1,57

ENG					ENV					GRAL				
	NDOC AREA	IET	IAR	IR		NDOC AREA	IET	IAR	IR		NDOC AREA	IET	IAR	IR
BRA	16341	0,71	0,84	1,05	BRA	10637	0,99	1,10	0,95	BRA	1214	0,67	0,68	0,82
MEX	8323	0,89	0,97	0,99	MEX	5960	1,22	1,28	0,92	MEX	774	0,95	0,82	0,65
ARG	2577	0,55	0,63	1,32	ARG	3591	1,18	1,21	1,11	ARG	387	0,82	0,75	0,94
CHL	2733	0,77	0,84	1,28	CHL	2468	1,22	1,23	1,10	CHL	304	0,92	0,96	1,19
COL	1818	0,90	0,82	0,60	COL	717	0,94	1,24	1,27	COL	124	0,81	0,69	0,55
VEN	1076	0,80	0,79	0,77	VEN	461	0,87	1,16	1,34	VEN	478	1,56	1,11	0,27
CUB	492	0,53	0,83	1,05	CUB	282	0,72	0,79	0,59	CUB	32	0,44	0,56	0,74
ESP	32369	0,82	0,94	1,59	ESP	18859	1,05	1,14	1,44	ESP	1964	0,68	0,75	1,44

HEAL					IMMU					MAT				
	NDOC AREA	IET	IAR	IR		NDOC AREA	IET	IAR	IR		NDOC AREA	IET	IAR	IR
BRA	1887	1,06	0,80	0,50	BRA	13363	1,19	1,17	0,88	BRA	13050	0,89	0,96	0,89
MEX	153	0,41	0,34	0,70	MEX	3839	1,08	1,11	1,02	MEX	6070	1,03	1,09	0,94
ARG	116	0,46	0,41	1,00	ARG	3656	1,26	1,21	1,11	ARG	3174	0,92	0,92	1,07
CHL	64	0,41	0,66	2,26	CHL	976	0,84	0,72	1,00	CHL	1326	0,71	0,63	0,89
COL	52	0,58	0,61	0,80	COL	1037	1,20	1,38	1,19	COL	878	0,84	0,86	0,72
VEN	20	0,35	0,52	1,33	VEN	676	1,14	1,20	1,00	VEN	722	0,89	1,01	0,96
CUB	465	1,71	0,58	0,04	CUB	1235	1,49	1,35	0,44	CUB	538	0,84	1,09	0,88
ESP	2069	0,88	0,69	0,89	ESP	16090	1,06	1,03	1,36	ESP	19608	0,87	0,97	1,50

MATH					MED					NEU				
	NDOC AREA	IET	IAR	IR		NDOC AREA	IET	IAR	IR		NDOC AREA	IET	IAR	IR
BRA	12084	0,95	1,12	1,25	BRA	70935	1,04	0,99	0,78	BRA	6523	1,11	0,98	0,77
MEX	5955	1,12	1,19	1,09	MEX	18718	0,90	0,82	0,78	MEX	1937	1,02	0,89	0,81
ARG	3048	1,00	1,10	1,48	ARG	12709	0,92	0,90	1,13	ARG	1149	0,97	0,88	1,12
CHL	3043	1,22	1,25	1,32	CHL	8538	0,94	0,80	0,90	CHL	569	0,85	0,77	1,19
COL	927	0,96	1,08	1,00	COL	5554	1,06	1,06	0,76	COL	176	0,62	0,79	1,31
VEN	863	1,08	1,16	1,01	VEN	3236	0,95	0,94	0,83	VEN	116	0,57	0,74	1,44
CUB	497	0,90	1,09	0,89	CUB	5062	1,26	0,92	0,29	CUB	194	0,89	1,13	1,09
ESP	28919	1,16	1,16	1,37	ESP	119367	1,08	0,95	1,04	ESP	7373	0,95	0,92	1,49

NUR					PHAR					PHY				
	NDOC AREA	IET	IAR	IR		NDOC AREA	IET	IAR	IR		NDOC AREA	IET	IAR	IR
BRA	3635	1,21	1,01	0,56	BRA	8300	1,12	1,19	0,96	BRA	21105	0,92	1,04	1,05
MEX	271	0,49	0,63	1,27	MEX	2347	1,00	1,04	0,94	MEX	10620	1,10	1,16	1,01
ARG	157	0,44	0,74	2,37	ARG	1830	1,09	1,05	1,02	ARG	6337	1,05	1,02	1,07
CHL	290	0,91	0,38	0,34	CHL	646	0,80	0,83	1,23	CHL	3027	0,91	0,80	0,93
COL	104	0,74	0,74	0,76	COL	298	0,75	0,75	0,72	COL	1784	0,98	1,10	0,94
VEN	227	1,27	0,84	0,35	VEN	469	1,13	1,07	0,72	VEN	1009	0,85	0,81	0,75
CUB	99	0,95	0,61	0,28	CUB	940	1,51	1,55	0,62	CUB	801	0,83	0,99	0,80
ESP	3534	0,97	0,70	0,76	ESP	9648	0,97	0,98	1,33	ESP	34857	0,95	1,03	1,56

PSY					SOC					VET				
	NDOC AREA	IET	IAR	IR		NDOC AREA	IET	IAR	IR		NDOC AREA	IET	IAR	IR
BRA	3151	0,93	0,55	0,37	BRA	7.822	0,91	0,64	0,46	BRA	7822	1,58	1,54	0,57
MEX	875	0,81	0,60	0,57	MEX	1.182	0,53	0,81	0,62	MEX	1182	1,23	1,25	0,69
ARG	485	0,73	0,38	0,48	ARG	817	0,55	0,51	0,53	ARG	817	1,25	1,36	1,08
CHL	480	0,95	0,63	0,61	CHL	431	0,48	0,88	0,62	CHL	431	1,16	0,97	0,59
COL	393	1,18	0,70	0,28	COL	341	0,65	0,89	0,51	COL	341	1,36	1,23	0,42
VEN	87	0,61	0,38	0,45	VEN	537	1,02	0,82	0,37	VEN	537	1,64	1,52	0,41
CUB	57	0,51	0,60	0,73	CUB	57	0,23	0,68	0,36	CUB	57	0,74	0,87	0,55
ESP	5753	1,01	0,79	0,87	ESP	3.138	0,35	0,72	0,94	ESP	3138	0,97	1,22	1,60

Fuente: SClmago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus©

8.18. Distribución de las instituciones de investigación colombianas por sector de producción

Sector	excelencia	liderada	excelencia liderada	producción total
Government	18	45	3	77
Health	71	154	27	284
Higher Education	56	107	36	115
Others	23	68	4	120
Private	6	54	0	123
	174	428	70	719
Sector	excelencia	liderada	excelencia liderada	producción total
Government	10%	11%	4%	11%
Health	41%	36%	39%	40%
Higher Education	32%	25%	51%	16%
Others	13%	16%	6%	17%
Private	3%	13%	0%	17%
	100%	100%	100%	100%

Fuente: SClmago Research Group (c2012) a partir de datos SciVerse Scopus©

8.19. Instituciones colombianas con producción científica en SciVerse Scopus

SIR	Institution	Sector	Ndoc	Cites	CpD
1	Universidad Nacional de Colombia *	Higher Education	5164	17092	3,31
2	Universidad de Antioquia *	Higher Education	2974	12571	4,23
3	Universidad de los Andes, Colombia *	Higher Education	2081	9449	4,54
4	Universidad del Valle *	Higher Education	1772	5983	3,38
5	Pontificia Universidad Javeriana *	Higher Education	1162	4018	3,46
6	Universidad Industrial de Santander *	Higher Education	1062	4188	3,94
7	Centro Internacional de Agricultura Tropical *	Others	580	6236	10,75
8	Universidad del Rosario *	Higher Education	576	2222	3,86
9	Universidad Pontificia Bolivariana *	Higher Education	447	2065	4,62
10	Universidad del Norte *	Higher Education	376	893	2,38
11	Universidad del Cauca *	Higher Education	352	946	2,69
12	Instituto Nacional de Salud *	Health	293	1916	6,54
13	Universidad Tecnológica de Pereira *	Higher Education	289	712	2,46
14	Universidad de Caldas *	Higher Education	265	1093	4,12
15	Ecopetrol S.A. *	Government	258	378	1,47

SIR	Institution	Sector	Ndoc	Cites	CpD
16	Universidad de Cartagena *	Higher Education	252	1443	5,73
17	Universidad EAFIT *	Higher Education	250	441	1,76
18	Instituto Colombiano del Petroleo *	Government	208	291	1,4
19	Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas *	Higher Education	204	296	1,45
20	Universidad del Quindío *	Higher Education	199	721	3,62
21	Corporacion para Investigaciones Biologicas *	Government	195	3245	16,64
22	Universidad CES *	Higher Education	192	493	2,57
23	Universidad de Cordoba *	Higher Education	191	374	1,96
24	Fundacion Instituto de Inmunologia de Colombia *	Health	188	1387	7,38
25	Universidad El Bosque *	Higher Education	183	1136	6,21
26	Fundacion Santa Fe de Bogota *	Health	175	1225	7
27	Universidad de La Sabana *	Higher Education	172	339	1,97
28	Universidad de Pamplona *	Higher Education	167	498	2,98
29	Universidad del Tolima *	Higher Education	165	625	3,79
30	Universidad Pedagogica y Tecnologica de Colombia *	Higher Education	151	230	1,52
31	Instituto Nacional de Cancerologia *	Health	143	2832	19,8
32	Hospital Universitario San Vicente de Paul *	Health	140	392	2,8
33	Universidad Autonoma de Occidente *	Higher Education	134	343	2,56
34	Universidad Militar Nueva Granada *	Higher Education	114	175	1,54
35	Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano *	Higher Education	113	310	2,74
36	Universidad del Magdalena *	Higher Education	112	388	3,46
37	Corporacion Colombiana de Investigacion Agropecuaria *	Government	111	441	3,97
38	Universidad Autonoma de Bucaramanga *	Higher Education	110	545	4,95
39	Centro Internacional de Entrenamiento e Investigaciones Medicas *	Health	108	1828	16,93
40	Hospital Pablo Tobon Uribe *	Health	106	619	5,84
41	Universidad de Narino *	Higher Education	101	247	2,45
42	University of Tropical Agriculture Foundation *	Others	95	190	2
43	Hospital Universitario San Ignacio	Health	87	665	7,64
44	Fundacion Clinica Valle del Lili	Health	87	666	7,66
45	Universidad de San Buenaventura	Higher Education	85	251	2,95
46	Universidad de La Salle	Higher Education	77	152	1,97
47	Universidad Antonio Narino *	Higher Education	73	716	9,81
48	Instituto de Investigacion de Recursos Biologicos Alexander Von Humboldt	Government	71	1059	14,92
49	Fundacion Cardiovascular de Colombia	Health	64	720	11,25
50	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras Jose Benito Vives de Andreis	Government	63	412	6,54
51	Universidad Surcolombiana	Higher Education	59	49	0,83
52	Hospital Universitario del Valle Evaristo Garcia E.S.E.	Health	58	336	5,79
53	Universidad Santo Tomas	Higher Education	58	37	0,64
54	Universidad de Sucre	Higher Education	58	63	1,09
55	Centro Nacional de Investigaciones de Cafe	Others	57	285	5
56	Universidad del Atlantico	Higher Education	56	240	4,29
57	Hospital Militar Central	Health	56	381	6,8
58	Universidad ICESI	Higher Education	53	60	1,13
59	Universidad Libre	Higher Education	52	80	1,54
60	Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca	Higher Education	50	966	19,32
61	Conservacion Internacional Colombia	Others	48	448	9,33
62	Universidad de Los Llanos	Higher Education	47	59	1,26
63	Universidad Externado de Colombia	Higher Education	47	21	0,45
64	Fundacion Universitaria San Martin	Higher Education	44	117	2,66
65	Centro de Excelencia en Nuevos Materiales	Government	44	117	2,66
66	Instituto Colombiano de Medicina Tropical Antonio Roldan Betancur	Health	42	296	7,05
67	Banco de la Republica de Colombia	Government	41	104	2,54
68	Instituto Colombiano de Geologia y Mineria	Government	40	194	4,85
69	Centro Internacional de Fisica	Others	40	1057	26,43
70	Universidad Autonoma de Manizales	Higher Education	38	143	3,76
71	Universidad Popular del Cesar	Higher Education	38	27	0,71
72	Universidad Santiago de Cali	Higher Education	37	126	3,41
73	Fundacion Cardio Infantil Instituto de Cardiologia	Health	36	124	3,44
74	Escuela de Ingenieria de Antioquia	Higher Education	36	98	2,72
75	Universidad Catolica de Colombia	Higher Education	35	44	1,26
76	Colsanitas	Health	35	222	6,34
77	Instituto Tecnologico Metropolitano	Higher Education	34	48	1,41
78	Politecnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid	Higher Education	34	28	0,82
79	Clinica Medellin S.A.	Health	33	426	12,91
80	Escuela Colombiana de Ingenieria Julio Garavito	Higher Education	32	45	1,41
81	Universidad Pedagogica Nacional, Bogota	Higher Education	29	17	0,59
82	Universidad Tecnologica del Choco Diego Luis Cordoba	Higher Education	29	77	2,66
83	Universidad de Santander	Higher Education	29	157	5,41
84	Universidad de Manizales	Higher Education	29	23	0,79
85	Sociedad de Cirugia de Bogota Hospital de San Jose	Health	27	107	3,96
86	Fundacion Universitaria de Ciencias de la Salud	Higher Education	26	145	5,58

SIR	Institution	Sector	Ndoc	Cites	CpD
87	Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación	Government	26	43	1,65
88	Centro Medico Imbanaco de Cali S.A.	Health	25	168	6,72
89	Fundacion EcoAndina	Others	25	124	4,96
90	Clinica Las Americas	Health	24	142	5,92
91	Centro Cardiovascular Colombiano Clinica Santa Maria	Health	24	234	9,75
92	Fundacion Abood Shaio	Health	24	147	6,13
93	Genes Ltda.	Health	23	100	4,35
94	Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses	Health	23	61	2,65
95	Universidad Central	Higher Education	23	20	0,87
96	Instituto Neurologico de Antioquia	Health	23	102	4,43
97	Servicio Nacional de Aprendizaje	Higher Education	23	81	3,52
98	Fundacion Universitaria Sanitas	Higher Education	22	75	3,41
99	Hospital Universitario del Norte	Health	22	4	0,18
100	Universidad Francisco de Paula Santander	Higher Education	21	49	2,33
101	Corporacion CorpoGen	Others	21	86	4,1
102	Universidad de La Amazonia	Higher Education	21	18	0,86
103	Universidad Manuela Beltran	Higher Education	20	9	0,45
104	Fundacion Oftalmologica Nacional	Health	20	298	14,9
105	Universidad Cooperativa de Colombia	Higher Education	20	12	0,6
106	Universidad de Medellin	Higher Education	20	142	7,1
107	Fundacion Universitaria Konrad Lorenz	Higher Education	20	14	0,7
108	Hospital Simon Bolivar III Nivel E.S.E	Health	20	152	7,6
109	Hospital Santa Clara E.S.E.	Health	19	128	6,74
110	Fundacion Universitaria del Area Andina	Higher Education	18	18	1
111	Universidad Tecnologica de Bolivar	Higher Education	18	3	0,17
112	Universidad Sergio Arboleda	Higher Education	18	6	0,33
113	Centro de Investigacion Cientifica Cauceseco	Health	18	265	14,72
114	Universidad del Sinu Elias Bechara Zainum	Higher Education	18	56	3,11
115	Fundacion Centro para la Investigacion en Sistemas Sostenibles de Produccion Agropecuaria	Others	18	119	6,61
116	SaludCoop EPS	Health	17	1599	94,06
117	Centro de Investigacion de la Acuicultura de Colombia	Others	17	183	10,76
118	BP Exploration Company Colombia Limited	Private	17	12	0,71
119	Secretaria Distrital de Salud de Bogota	Health	16	23	1,44
120	Clinica Colsubsidio	Health	16	23	1,44
121	Centro de Estudios Interdisciplinarios Basicos y Aplicados en Complejidad	Government	16	10	0,63
122	Fundacion Saldarriaga Concha	Others	16	887	55,44
123	Fundacion Universitaria Maria Cano	Higher Education	15	22	1,47
124	Fundacion ProAves	Others	15	18	1,2
125	Hospital Universitario Clinica San Rafael	Health	15	71	4,73
126	Instituto de Capacitacion e Investigacion del Plastico y del Caucho	Others	15	4	0,27
127	Hospital General de Medellín Luz Castro de Gutiérrez E.S.E.	Health	15	611	40,73
128	Hospital Universitario de Santander E.S.E.	Health	14	32	2,29
129	Corporacion Hospitalaria Juan Ciudad	Health	14	62	4,43
130	Instituto Colombiano Agropecuario	Government	14	70	5
131	Instituto Amazonico de Investigaciones Cientificas SINCHI	Government	14	71	5,07
132	Universidad de Ibague	Higher Education	13	32	2,46
133	Corporacion Geologica Ares	Others	13	67	5,15
134	Colegio Mayor de Antioquia	Higher Education	12	44	3,67
135	Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales	Higher Education	12	11	0,92
136	Hospital Universitario de la Samaritana E.S.E.	Health	12	18	1,5
137	Interconexion Electrica S.A. E.S.P.	Private	12	275	22,92
138	Centro de Investigacion de la Cana de Azucar de Colombia	Others	12	79	6,58
139	Hospital El Tunal E.S.E.	Health	12	6	0,5
140	Fundacion Canguro Colombia	Health	11	107	9,73
141	Pan American Health Organization Colombia	Health	11	97	8,82
142	Hospital Central Policia Nacional	Health	11	20	1,82
143	Instituto de Investigacion del Comportamiento Humano	Others	11	11	1
144	Tropenbos International Colombia	Others	11	92	8,36
145	Nueva E.P.S.	Health	10	55	5,5
146	Fundacion Oftalmologica de Santander Clinica Carlos Ardila Lulle	Health	10	99	9,9
147	Ministerio de la Proteccion Social	Health	10	57	5,7
148	Corporacion Universitaria Lasallista	Higher Education	10	4	0,4
149	Angiografia de Occidente Ltda.	Health	10	0	0
150	Hospital La Maria	Health	10	119	11,9
151	Fundacion Hospital San Carlos	Health	10	11	1,1
152	Fundacion para la Atencion y el Diagnostico de Enfermedades Retrovirales	Health	10	262	26,2
153	Clinica del Country, S.A.	Health	10	50	5
154	Universidad Autonoma del Caribe	Higher Education	10	1	0,1
155	Centro Dermatologico Federico Lleras Acosta E.S.E.	Health	10	28	2,8
156	Fundacion para la Educacion y el Desarrollo Social	Others	10	38	3,8

SIR	Institution	Sector	Ndoc	Cites	CpD
157	Universidad Metropolitana, Colombia	Higher Education	9	62	6,89
158	Centro de Investigaciones en Palma de Aceite	Others	9	101	11,22
159	Jardin Botanico Jose Celestino Mutis	Government	9	7	0,78
160	Fundacion Hospital de la Misericordia	Health	9	6	0,67
161	Clinica de Artritis y Rehabilitacion	Health	9	104	11,56
162	Clinica del Prado S.A.	Health	9	11	1,22
163	Institucion Universitaria Colegios de Colombia	Higher Education	9	79	8,78
164	Corporacion para el Desarrollo Sostenible del Archipelago de San Andres, Providencia y Santa Catalina	Government	9	81	9
165	Servicios Medicos Yunis Turbay y Cia.	Health	9	73	8,11
166	Instituto de Cancerologia, S.A.	Health	9	135	15
167	Empresas Publicas de Medellin E.S.P.	Private	9	18	2
168	Corporacion Universitaria Rafael Nunez	Higher Education	8	31	3,88
169	Consorcio de Investigaciones Bioclinicas	Health	8	257	32,13
170	Clinica Soma	Health	8	88	11
171	Universidad Simon Bolivar, Barranquilla	Higher Education	8	8	1
172	Fundacion Neumologica Colombiana	Health	8	118	14,75
173	Departamento Nacional de Planeacion	Government	8	24	3
174	Universidad Catolica de Manizales	Higher Education	8	10	1,25
175	Ingetec S.A.	Private	8	2	0,25
176	Asociacion Medica de Los Andes	Health	7	15	2,14
177	Instituto Materno Infantil	Health	7	106	15,14
178	Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt	Health	7	18	2,57
179	Instituto Departamental de Salud del Norte de Santander	Health	7	62	8,86
180	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Government	7	6	0,86
181	Universidad Nacional Abierta y a Distancia	Higher Education	7	3	0,43
182	Corporacion Nuevos Rumbos	Others	7	16	2,29
183	Hospital Universitario Erasmo Meoz E.S.E.	Health	7	16	2,29
184	Instituto de Hidrologia, Meteorologia y Estudios Ambientales	Government	7	50	7,14
185	Instituto Colombiano de Desarrollo Rural	Government	7	37	5,29
186	Hospital Federico Lleras Acosta E.S.E.	Health	7	26	3,71
187	Universidad de La Guajira	Higher Education	7	2	0,29
188	Armada Nacional de Colombia	Government	7	6	0,86
189	Laboratorio de Genetica y Biologia Molecular Ltda.	Health	7	21	3
190	Asociacion para el Estudio y Conservacion de las Aves Acuaticas en Colombia Calidris	Others	7	16	2,29
191	Clinica Materno Infantil Los Farallones S.A.	Health	7	237	33,86
192	Fundacion Colombiana para la Investigacion y Conservacion de Tiburones y Rayas Squalus	Others	7	11	1,57
193	Colegio de Estudios Superiores de Administracion	Higher Education	6	0	0
194	Universidad de Boyaca	Higher Education	6	24	4
195	Escuela Colombiana de Carreras Industriales	Higher Education	6	1	0,17
196	Hospital Universitario Hernando Moncaleano Perdomo E.S.E.	Health	6	7	1,17
197	Instituto para la Investigacion y la Preservacion del Patrimonio Cultural y Natural del Valle del Cauca	Government	6	29	4,83
198	Fundacion Hospital San Jose de Buga	Health	6	1	0,17
199	Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla	Higher Education	6	23	3,83
200	Transmilenio S.A.	Private	6	2	0,33
201	KEMA Inc.	Private	6	0	0
202	Clinica Rafael Uribe Uribe	Health	6	1	0,17
203	Centro de Control de Contaminacion del Pacifico	Government	6	6	1
204	Smurfit Kappa Carton de Colombia S.A.	Private	6	28	4,67
205	Asociacion Colombiana de Diabetes	Health	6	474	79
206	Universidad de America	Higher Education	6	29	4,83
207	Academia Nacional de Medicina de Colombia	Health	6	48	8
208	Grupo Colombiano de la Colaboracion Cochrane	Health	6	27	4,5
209	Fundacion Yubarta	Others	5	18	3,6
210	Clinica del Nino	Health	5	46	9,2
211	Centro de Investigaciones Oceanograficas e Hidrograficas	Government	5	15	3
212	Centro Oftalmologico Virgilio Galvis	Health	5	15	3
213	Instituto Colombiano de Antropología e Historia	Government	5	25	5
214	Fundacion Cosme y Damian	Health	5	8	1,6
215	Direccion Seccional de Salud de Antioquia	Health	5	15	3
216	Corbic Group S.A.	Health	5	46	9,2
217	Hospital Manuel Uribe Angel	Health	5	46	9,2
218	Humax Pharmaceutical S.A.	Private	5	12	2,4
219	Centro Policlinico del Olaya	Health	5	81	16,2
220	Fundacion Puerto Rastrojo	Others	5	179	35,8
221	Universidad Autonoma de Colombia	Higher Education	5	19	3,8
222	Laboratorio Clinico Hematologico S.A.	Health	5	26	5,2
223	Corporacion Universitaria de Santa Rosa de Cabal	Higher Education	5	15	3

SIR	Institution	Sector	Ndoc	Cites	CpD
224	Secretaria de Salud Departamental del Amazonas	Health	5	17	3,4
225	Instituto de Neurociencias Aplicadas, Neurobiología Humana y Neurología Clínica y Funcional	Health	5	36	7,2
226	Hospital Occidente de Kennedy E.S.E.	Health	4	1	0,25
227	Fundación Universitaria Luis Amigo	Higher Education	4	0	0
228	Parques Nacionales Naturales de Colombia	Government	4	21	5,25
229	Centro de Investigaciones del Banano	Others	4	19	4,75
230	Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga	Government	4	3	0,75
231	Clinica de Marly S.A.	Health	4	1	0,25
232	Liga Colombiana de Lucha contra el SIDA	Health	4	17	4,25
233	Secretaria de Salud Pública de Santiago de Cali	Health	4	9	2,25
234	Occidental de Colombia Inc.	Private	4	7	1,75
235	Clinica Oftalmológica del Caribe	Health	4	4	1
236	Sociedad Antioqueña de Diabetes	Health	4	54	13,5
237	Instituto Geográfico Agustín Codazzi	Government	4	6	1,5
238	Hospital San Juan de Dios	Health	4	22	5,5
239	Clinica Las Vegas Coomeva IPS Ltda.	Health	4	13	3,25
240	Instituto Colombiano de Investigaciones Biológicas	Health	4	110	27,5
241	Universidad Piloto de Colombia	Higher Education	4	0	0
242	Fundación para el Desarrollo de las Ciencias Médicas y Biológicas	Health	4	17	4,25
243	Clinica de Oftalmología Sandiego S.A.	Health	4	10	2,5
244	Fundación Humedales	Others	4	30	7,5
245	Susalud EPS	Health	4	11	2,75
246	Hospital Cardiovascular del Niño de Cundinamarca	Health	4	1	0,25
247	Fundación Omacha	Others	4	44	11
248	Centro de Investigaciones del Sistema Nervioso	Health	4	12	3
249	Audifarma S.A.	Private	4	3	0,75
250	Fundación Zoológica de Cali	Others	4	6	1,5
251	Universidad Católica de Oriente	Higher Education	4	1	0,25
252	Comfenalco E.P.S.	Health	4	8	2
253	Petrobras Colombia Ltda.	Private	4	20	5
254	Instituto Barraquer de América	Health	4	12	3
255	Departamento Administrativo de Salud del Putumayo	Health	4	39	9,75
256	Fresenius Medical Care	Health	4	277	69,25
257	Fundación Arthur Stanley Gillow	Health	4	7	1,75
258	Solana Petroleum Exploration Colombia Limited	Private	3	2	0,67
259	Clinica Nueva	Health	3	48	16
260	Unidad Médica Torre Plaza	Health	3	21	7
261	Clinica de Oftalmología de Cali S.A.	Health	3	6	2
262	Clinica de la Costa Ltda.	Health	3	3	1
263	Instituto de Alta Tecnología Médica de Antioquia	Health	3	3	1
264	Instituto Colombiano del Deporte	Government	3	21	7
265	Weatherford Colombia Ltd.	Private	3	5	1,67
266	Fundación Universitaria Los Libertadores	Higher Education	3	0	0
267	Unidades Tecnológicas de Santander	Higher Education	3	0	0
268	Hospital San Juan de Dios	Health	3	1	0,33
269	Promigas S.A. E.S.P.	Private	3	0	0
270	Secretaria de Salud de Medellín	Health	3	2	0,67
271	Hospital Departamental Santa Sofía de Caldas E.S.E.	Health	3	8	2,67
272	Fundación Ciencia Vital	Health	3	2	0,67
273	Fundación Universitaria Internacional del Trópico Americano	Higher Education	3	8	2,67
274	Asociación Holstein de Colombia	Others	3	16	5,33
275	Sun Chemical Corporation	Private	3	0	0
276	Hospital Cesar Uribe Piedrahita E.S.E.	Health	3	45	15
277	Schlumberger Bogotá	Private	3	1	0,33
278	Colombiana de Trasplantes	Health	3	14	4,67
279	Sociedad Colombiana de Periodoncia y Oseointegración	Others	3	0	0
280	Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas	Others	3	0	0
281	Carbones del Cerrejón	Private	3	26	8,67
282	Politécnico Gran Colombiano	Higher Education	3	5	1,67
283	Universidad de Cundinamarca	Higher Education	3	3	1
284	Centro de Telemedicina de Colombia	Health	3	4	1,33
285	Universidad Católica Popular del Risaralda	Higher Education	3	0	0
286	Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo	Others	3	21	7
287	Centro de Investigación en Salud y Rendimiento Humano ZOE	Health	3	3	1
288	Asociación Colombiana de la Salud	Health	3	21	7
289	Centro de Especialistas del Risaralda	Health	3	11	3,67
290	Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca	Others	3	2	0,67
291	Fundación para la Investigación y el Desarrollo Agrícola	Others	3	7	2,33
292	Centro Internacional de Vacunas	Health	3	36	12

SIR	Institution	Sector	Ndoc	Cites	CpD
293	Centro Colombiano de Fertilidad y Esterilidad	Health	3	158	52,67
294	Escuela Nacional del Deporte	Higher Education	3	3	1
295	Merck S.A.	Private	3	1	0,33
296	WWF Colombia	Others	3	8	2,67
297	Fundacion para la Educacion Superior	Others	3	15	5
298	Secretaria de Salud de Bolivar	Health	3	10	3,33
299	Centro de Endocrinologia, Metabolismo y Diabetes	Health	3	6	2
300	Asociacion Colombiana de Facultades de Ingenieria	Others	3	0	0
301	Ministerio de Educacion Nacional	Government	3	0	0
302	Asociacion Latinoamericana de Medicina Social	Health	3	0	0
303	Hospital Rafael Uribe Uribe E.S.E.	Health	2	1	0,5
304	Diagnostico Medico, Dime S.A.	Health	2	34	17
305	Sinmaf Ltda.	Private	2	0	0
306	Fundacion Providencia	Others	2	5	2,5
307	Clinica Oftalmologica de Medellin	Health	2	3	1,5
308	E.A.T. Centro Medico Santa Maria I.P.S.	Health	2	42	21
309	Profamilia	Health	2	24	12
310	Comision Colombiana del Espacio	Government	2	0	0
311	Alcaldía Mayor de Bogota	Government	2	41	20,5
312	Programa de Asistencia Internacional para Formacion sobre Investigacion Criminal	Others	2	4	2
313	Clinica del Nino Jorge Bejarano E.S.E	Health	2	1	0,5
314	Hospital Universitario Departamental de Narino E.S.E.	Health	2	14	7
315	Instituto Colombiano de Productores de Cemento	Others	2	0	0
316	Genetica Molecular de Colombia	Health	2	1	0,5
317	Red Andina y del Caribe de Investigacion en Politicas y Sistemas de Salud	Others	2	0	0
318	Hospital de Caldas E.S.E.	Health	2	0	0
319	ATP Ingenieria Ltda.	Private	2	0	0
320	Hospital Departamental San Francisco de Asis E.S.E.	Health	2	26	13
321	Centro de Medicina del Ejercicio y Rehabilitacion Cardiaca S.A.	Health	2	2	1
322	Clinica El Rosario	Health	2	1	0,5
323	Asociacion Bogotana de Ornitologia	Others	2	3	1,5
324	Corporacion Universitaria de Investigacion y Desarrollo	Higher Education	2	3	1,5
325	IGL Investigaciones Geotecnicas Ltda.	Private	2	2	1
326	Ingenieros Diseñadores Asociados S.A.	Private	2	0	0
327	Corporacion Autonoma Regional de Sucre	Government	2	8	4
328	Coomeva E.P.S. S.A.	Health	2	4	2
329	Frutar Ltda.	Private	2	9	4,5
330	Caja de Compensacion Familiar	Others	2	0	0
331	Hospital San Sebastian de Uraba E.S.E.	Health	2	41	20,5
332	Ministerio de Minas y Energía	Government	2	10	5
333	Hospital Salazar E.S.E.	Health	2	16	8
334	Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnologia	Others	2	19	9,5
335	Cerro Matoso S.A.	Private	2	9	4,5
336	Fundacion Herencia Verde	Others	2	15	7,5
337	Seguridad Electrica Ltda.	Private	2	0	0
338	Instituto Colombiano de Neurociencias	Health	2	8	4
339	Hospital Universitario San Jose de Popayan E.S.E.	Health	2	0	0
340	Universidad La Gran Colombia	Higher Education	2	0	0
341	Tecnologia Total Ltda.	Private	2	0	0
342	Hospital Infantil Universitario Rafael Henao Toro Hospital Amigo	Health	2	0	0
343	Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia	Government	2	0	0
344	Departamento Administrativo Nacional de Estadistica	Government	2	6	3
345	Halliburton Latin America S.A.	Private	2	0	0
346	Clinica Palermo	Health	2	44	22
347	Hospital La Anunciacion E.S.E.	Health	2	41	20,5
348	Grupo para el Control de la Resistencia Bacteriana en Bogota	Health	2	5	2,5
349	Centro de Diagnostico Ultrasonografico e Imagenes	Health	2	0	0
350	Empresas Municipales de Cali	Private	2	0	0
351	Assbasalud E.S.E.	Health	2	1	0,5
352	Electricadora del Huila S.A. E.S.P.	Private	2	0	0
353	Fundacion para la Asesoría a Programas de Salud y Desarrollo Social	Others	2	50	25
354	Parque Tecnologico de Antioquia	Others	2	34	17
355	Productos Roche S.A.	Private	2	4	2
356	Sociedad Cundinamarquesa de Anestesiologia	Health	2	0	0
357	Instituto Tecnologico Pascual Bravo	Higher Education	2	0	0
358	Institucion Universitaria de Envigado	Higher Education	2	0	0
359	Gimnasio Campestre	Others	2	7	3,5
360	Centro de Recursos para el Analisis de Conflictos	Others	2	3	1,5
361	Sociedad Antioquena de Ornitologia	Others	2	0	0
362	Butterfly Environment and Oil Services Ltda.	Private	2	4	2
363	Fundacion Centro de Primates	Others	2	13	6,5

SIR	Institution	Sector	Ndoc	Cites	CpD
364	Fundacion Universitaria Juan N. Corpas	Higher Education	2	8	4
365	Fundacion Ideas para la Paz	Others	2	2	1
366	Ministerio de Tecnologias de la Informacion y las Comunicaciones	Government	2	1	0,5
367	Salud Mental Integral S.A.	Health	2	2	1
368	Fundacion Pais Libre	Others	2	10	5
369	Medicos Sin Fronteras Colombia	Others	2	28	14
370	Centro Medico Los Andes Ltda.	Health	2	22	11
371	Fundacion Universitaria de Popayan	Higher Education	2	2	1
372	Estaco S.A.	Private	2	0	0
373	Hospital de Engativa E.S.E.	Health	2	1	0,5
374	Corporacion Red SPVET Salud Publica Veterinaria	Others	2	5	2,5
375	Clinica Universitaria El Bosque, Fundacion Salud Bosque	Health	2	2	1
376	Red de Vigilancia de Enfermedades Cronicas de las Americas	Health	2	5	2,5
377	Hospital San Rafael Tunja E.S.E.	Health	2	2	1
378	Intermedica S.A.	Health	2	8	4
379	Fundacion Operacion Sonrisa Colombia	Health	2	2	1
380	Econometria S.A.	Private	2	5	2,5
381	Escuela Superior de Oftalmologia, Instituto Barraquer de America	Higher Education	2	2	1
382	Escuela Superior de Administracion Publica	Higher Education	2	0	0
383	MaresOil Ltda.	Private	2	9	4,5
384	Fundacion Centro Internacional de Educacion y Desarrollo Humano	Government	2	2	1
385	Secretaria de Salud Publica de Manizales	Health	2	3	1,5
386	Metrosalud E.S.E.	Health	2	10	5
387	Hospital La Misericordia E.S.E.	Health	2	19	9,5
388	Secretaria Seccional de Salud del Meta	Health	2	16	8
389	Secretaria de Salud Distrital de Barranquilla	Health	2	12	6
390	Direccion Territorial de Salud de Caldas	Health	2	11	5,5
391	Hospital Antonio Roldan Betancur E.S.E.	Health	2	4	2
392	Departamento Administrativo de la Presidencia de la República	Government	2	10	5
393	Lukoil Overseas Colombia Ltda.	Private	2	1	0,5
394	Laboratorio de Endocrinologia Ltda.	Health	2	5	2,5
395	Instituto Colombiano de Bienestar Familiar	Government	2	9	4,5
396	HMV Ingenieros Limitada	Private	2	0	0
397	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	Government	2	11	5,5
398	P&P Construcciones S.A.	Private	2	1	0,5
399	Fundacion Ecologica Sentir	Others	2	7	3,5
400	Compania Agricola Colombiana Ltda. y Cia. S.C.A.	Private	2	56	28
401	Corporacion Universitaria de la Costa	Higher Education	2	1	0,5
402	Salud Total E.P.S.	Health	2	0	0
403	Hospital San Juan Bautista	Health	2	8	4
404	Secretaria de Salud de Cundinamarca	Health	2	19	9,5
405	Sociedad Colombiana de Cardiologia y Cirugia Cardiovascular	Others	2	37	18,5
406	Hospital Francisco Valderrama E.S.E.	Health	2	22	11
407	Secretaria de Salud de Santander	Health	2	10	5
408	Fiscalia General de la Nacion	Government	2	2	1
409	Empresa Colombiana de Productos Veterinarios	Private	2	12	6
410	Acerias de Colombia S.A.	Private	2	0	0
411	Baxter Healthcare Colombia	Private	2	11	5,5
412	Instituto Antioqueno de Reproduccion InSer Ltda.	Health	2	1	0,5
413	Central Tumaco, S.A.	Private	2	2	1
414	Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito	Others	2	1	0,5
415	Siemens S.A.	Private	2	0	0
416	Ergofactos Ltda.	Private	2	6	3
417	Fuerza Aerea Colombiana	Government	2	19	9,5
418	Colegio los Andes	Others	2	5	2,5
419	Inmunogen Ltda.	Private	2	3	1,5
420	Geosearch Ltda. Consultores Geologia y Geofisica	Private	2	3	1,5
421	Duque Caro y Cia. Ltda.	Private	1	0	0
422	Fundacion Universitaria Monserrate	Higher Education	1	0	0
423	Ingenieria y Geotecnia Ltda.	Private	1	0	0
424	Ministerio de Cultura	Government	1	1	1
425	Hospital Infantil Club Noel	Health	1	0	0
426	Centro de Investigacion en Ecosistemas y Cambio Global Carbono y Bosques	Others	1	7	7
427	Clinica La Asuncion	Health	1	6	6
428	Compuredes S.A.	Private	1	0	0
429	Circulo de Estrategia S.A.	Private	1	5	5
430	Clinica Leon XIII	Health	1	0	0
431	Registro Latinoamericano de Ensayos Clinicos	Health	1	13	13
432	Fundacion Instituto de Reumatologia e Inmunologia	Health	1	21	21
433	Secretariado Nacional de Pastoral Social	Others	1	1	1
434	Unidad de Salud de Ibague E.S.E.	Health	1	0	0

SIR	Institution	Sector	Ndoc	Cites	CpD
435	Hospital San Juan de Dios Santa Fe de Antioquia E.S.E.	Health	1	19	19
436	Central de Urgencias Louis Pasteur E.S.E.	Health	1	19	19
437	Hospital La Paz E.S.E.	Health	1	19	19
438	Hospital San Andres de Tumaco E.S.E	Health	1	29	29
439	Hospital San Rafael de Zaragoza E.S.E.	Health	1	19	19
440	Instituto Departamental de Salud de Narino	Health	1	2	2
441	Sociedad Colombiana de Psicoanálisis	Others	1	0	0
442	Corporacion Universitaria Minuto de Dios	Higher Education	1	0	0
443	Nutrianalisis Ltda.	Private	1	2	2
444	Cuerpo de Bomberos de Pasto	Government	1	0	0
445	Hospital San Juan de Dios E.S.E.	Health	1	0	0
446	Liceo Frances Louis Pasteur	Others	1	1	1
447	Jardin Botanico de Medellin Joaquin Antonio Uribe	Others	1	0	0
448	Instituto de Rinologia y Cirugia Endoscopica de Nariz Senos Paranasales y Base de Craneo	Health	1	34	34
449	Hospital Pediatrico de Barranquilla E.S.E.	Health	1	2	2
450	Gobernacion del Valle del Cauca	Government	1	6	6
451	Grupo Santander Colombia	Private	1	12	12
452	Hospital San Rafael de El Espinal E.S.E.	Health	1	19	19
453	Fundacion Internacional de Pedagogia Conceptual Alberto Merani	Others	1	0	0
454	Ministerio de Relaciones Exteriores	Government	1	0	0
455	Hospital San Vicente de Paul E.S.E.	Health	1	0	0
456	Hospital Geriatrico Ancianato San Miguel E.S.E.	Health	1	1	1
457	Hospital La Cruz E.S.E.	Health	1	4	4
458	Hospital San Camilo de Leles E.S.E.	Health	1	4	4
459	Hospital Departamental Mario Correa Rengifo E.S.E.	Health	1	0	0
460	Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales	Others	1	8	8
461	Aguas de Cartagena S.A. E.S.P.	Private	1	0	0
462	World Bank Colombia	Others	1	0	0
463	Clinica de Fracturas de Medellin	Health	1	6	6
464	Sonofetal	Health	1	0	0
465	Clinica CES	Health	1	1	1
466	Asociacion Colombiana de Menopausia	Others	1	3	3
467	Asociacion Cravo Norte	Others	1	0	0
468	Central Ganadera	Private	1	1	1
469	Centro de Investigacion y Desarrollo en Biotecnologia	Others	1	3	3
470	Clinica Veterinaria Genesis	Private	1	0	0
471	Clinica La Carolina	Health	1	0	0
472	Clinica Oncologia Astorga	Health	1	1	1
473	CODENSA, S.A. ESP	Private	1	0	0
474	Fundacion Colgate Palmolive	Others	1	6	6
475	Boehringer Ingelheim, S.A.	Private	1	0	0
476	Centro Oftalmologico Gustavo E.Tamayo Fernandez	Health	1	2	2
477	Corporacion Autonoma Regional del Centro de Antioquia	Government	1	0	0
478	Corporacion Autonoma Regional de La Guajira	Government	1	0	0
479	Corporacion Autonoma Regional de Narino	Government	1	1	1
480	Laboratorio Asoclinic	Health	1	0	0
481	Efigenia Aerospace Robotics Research	Others	1	0	0
482	Embajada del Japon en Colombia	Government	1	8	8
483	Emergencias Veterinarias Inmediatas	Private	1	0	0
484	Totems Ltda.	Private	1	0	0
485	Corporacion Sentido Natural	Others	1	0	0
486	Instituto de Investigacion Endocrinologia & Prevencion Metabolica Endocare	Health	1	4	4
487	EPM Bogota Aguas E.S.P	Private	1	2	2
488	Stanford S.A. Comisionista de Bolsa	Private	1	1	1
489	Fundacion BioDiversa Colombia	Private	1	5	5
490	Fundacion Exitto	Others	1	1	1
491	Ingenio Manuelita, S.A.	Private	1	1	1
492	Gestamos Unidad de Medicina Reproductiva	Health	1	0	0
493	Liga Santandereana de Lucha contra el Cancer	Others	1	0	0
494	Tubos Moore, S.A.	Private	1	2	2
495	Industrias AVM, S.A	Private	1	0	0
496	Clinica Comuneros	Health	1	2	2
497	Sistemas TGR, S.A.	Private	1	0	0
498	Productos Naturales Aral-Thel	Private	1	7	7
499	Oleoducto Central, S.A.	Private	1	0	0
500	Clinica para Alivio del Dolor y Cuidados Paliativos	Health	1	1	1
501	Fundacion Marista para el Desarrollo Educativo y Social	Others	1	0	0
502	Fundacion Educacion para la Salud Reproductiva	Health	1	0	0
503	Compania Electrica Sochagota S.A. E.S.P.	Private	1	0	0
504	Asociacion Colombiana de Gastroenterologia	Health	1	0	0

SIR	Institution	Sector	Ndoc	Cites	CpD
505	Asociacion Colombiana de Neumologia y Cirugia de Torax	Health	1	24	24
506	Asociacion Colombiana de Cuidados Paliativos	Health	1	0	0
507	Club Rotario Bucaramanga Nuevo Milenio	Others	1	4	4
508	Corporacion Colombiana del Saber Cientifico	Others	1	4	4
509	Hospital Bocagrande	Health	1	14	14
510	Hospital Centro Oriente E.S.E.	Health	1	1	1
511	Fundacion Semillas de Vida	Others	1	0	0
512	Grupo Bancolombia	Private	1	11	11
513	Hospital Naval de Cartagena	Health	1	0	0
514	Hospital San Juan de Dios Cali	Health	1	28	28
515	Hospital Suba E.S.E.	Health	1	1	1
516	Emura Center Latinoamerica	Health	1	16	16
517	Clinica de la Mujer	Health	1	1	1
518	Clinica Rivas	Health	1	9	9
519	Secretaria de Salud de Cordoba	Health	1	5	5
520	Centro de Gastroenterologia y Endoscopia Pediatrica	Health	1	4	4
521	Central Unitaria de Trabajadores	Others	1	1	1
522	Centro de las Naciones Unidas para el Desarrollo Regional, Oficina para America Latina y el Caribe	Others	1	0	0
523	Hospital San Julian	Health	1	0	0
524	Clinica Nuestra Senora de los Remedios	Health	1	0	0
525	Unidad Ejecutora de Saneamiento del Valle del Cauca	Others	1	2	2
526	Medicina Materno Fetal del Country Ltda.	Health	1	0	0
527	Unidad de Urologia y Sexologia del Country	Health	1	15	15
528	Sanatorio Agua de Dios	Health	1	0	0
529	Cooperativa de Trabajo Asociado de Medicos Especializados en Neurologia, Neurocirugia y Especialidades Afines	Health	1	2	2
530	Observatorio Sismologico del Suroccidente	Others	1	1	1
531	Centro de Innovacion de la Floricultura Colombiana Ceniflores	Others	1	1	1
532	Clinica Monserrat	Health	1	0	0
533	Fundacion Clinica Universitaria Santa Catalina	Health	1	0	0
534	Clinica de Ojos	Health	1	28	28
535	Clinica Materno Infantil San Luis S.A.	Health	1	20	20
536	Centro Oncologico Ltda.	Health	1	10	10
537	Centro Medico Endocentro Ltda.	Health	1	0	0
538	Videlmedica Internacional S.A.	Health	1	39	39
539	Medicos Asociados S.A. Clinica El Sagrado Corazon	Health	1	1	1
540	Fundacion Colombiana de Cancerologia Clinica Vida	Health	1	0	0
541	Fundacion Colibri	Others	1	3	3
542	Servioftalmos S.A.	Health	1	0	0
543	Fundacion CINDA	Health	1	3	3
544	Red de Salud del Sur Oriente E.S.E.	Health	1	0	0
545	Secretaria Municipal de Salud	Health	1	1	1
546	Salud Pereira E.S.E.	Health	1	4	4
547	Parc for Creativity Colombia	Others	1	1	1
548	GPS de Colombia	Private	1	0	0
549	Asociacion Colombiana de Hidrogeologos	Others	1	0	0
550	Terraviva Ltda.	Private	1	1	1
551	Colegio Anglo Colombiano	Others	1	0	0
552	Consejo Colombiano de Seguridad	Health	1	7	7
553	Cyquim de Colombia S.A.	Private	1	0	0
554	Novartis de Colombia S.A.	Private	1	61	61
555	Laboratorio de Patologia y Citologia Limitada	Health	1	1	1
556	Laboratorios Keratos Limitada	Health	1	0	0
557	Laboratorio Profesional Farmaceutico S.A.	Health	1	4	4
558	Cirurgia para la Obesidad	Health	1	8	8
559	Red Iberoamericana de Investigacion en Atencion Primaria y Medicina de Familia	Health	1	0	0
560	Combustion Ingenieros Ltda.	Private	1	0	0
561	Salazar Ferro Ingenieros S.A.	Private	1	0	0
562	Textil Digital S.A.	Private	1	0	0
563	GERS S.A.	Private	1	0	0
564	Departamento Administrativo de Gestion del Medio Ambiente	Government	1	0	0
565	Investigaciones Geotecnicas Solingral S.A.	Private	1	9	9
566	Varichem de Colombia G.E.P.S.	Private	1	0	0
567	Family Council Consulting International Group	Private	1	1	1
568	Ingenieria Sanitaria Limitada	Private	1	2	2
569	Programa Conjunto de las Naciones Unidas sobre el VIH/Sida, Colombia	Health	1	7	7
570	Abbott de Colombia S.A.	Private	1	0	0
571	Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos	Government	1	5	5
572	Hospital Sagrado Corazon de Jesus	Health	1	3	3
573	Intervet Colombia Ltda.	Private	1	0	0

SIR	Institution	Sector	Ndoc	Cites	CpD
574	Pfizer Corporation	Private	1	0	0
575	Academia Colombiana de la Lengua	Others	1	0	0
576	Asociacion Colombiana de Nutricion Clinica	Health	1	0	0
577	U.S. Commercial Service Colombia	Others	1	6	6
578	Geotec Geologia Tecnica Ltda.	Private	1	0	0
579	Insurcol Ltda.	Private	1	0	0
580	Ingenieria Ambiental de Colombia Ltda.	Private	1	0	0
581	Estudios Energeticos Ltda.	Private	1	1	1
582	Cooperativa de Tecnologos e Ingenieros de la Industria del Petroleo y Afines TIP Ltda.	Private	1	0	0
583	Anter Ltda.	Private	1	0	0
584	Distribuciones WYM Ltda.	Private	1	26	26
585	Desarrollo en Tecnologias de Hidrocarburo Ltda.	Private	1	0	0
586	Omnicon S.A.	Private	1	0	0
587	Dividendo por Colombia	Private	1	0	0
588	Eli Lilly Interamerica Inc.	Private	1	1	1
589	Aventis Pasteur S.A.	Private	1	12	12
590	Abonos Colombianos S.A.	Private	1	0	0
591	Grasas y Derivados S.A.	Private	1	11	11
592	Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregion Andina	Others	1	5	5
593	Instituto Distrital para la Recreacion y el Deporte	Government	1	4	4
594	McKinsey & Company Colombia Inc.	Private	1	0	0
595	Corporacion Vallenpaz	Others	1	3	3
596	Numerica Ltda.	Private	1	0	0
597	Tierras y Ganados S.A.	Private	1	0	0
598	Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperacion en Colombia	Others	1	0	0
599	SQL Software S.A.	Private	1	4	4
600	Industria y Tecnologia Symtek S.A.	Private	1	0	0
601	Laboratorio de Ortesis y Protesis Gilete y Cia. Ltda.	Health	1	0	0
602	Icobandas S.A.	Private	1	1	1
603	Industrias Alimeticias Noel S.A.	Private	1	0	0
604	Empresa de Servicios Publicos de El Carmen de Viboral La Cimarrona E.S.P.	Private	1	0	0
605	Meta Petroleum Corp.	Private	1	0	0
606	Cementos Paz del Rio S.A.	Private	1	0	0
607	Clinica Bucaramanga Centro Medico Daniel Peralta S.A.	Health	1	6	6
608	Biotechnova Ltda.	Private	1	4	4
609	Corporacion Autonoma Regional de Risaralda	Government	1	0	0
610	Compania Global de Pinturas S.A.	Private	1	3	3
611	Centro de Investigaciones Medicas de Antioquia	Health	1	13	13
612	Centro de Neuropsicologia Infantil	Health	1	0	0
613	Grunenthal Colombiana S.A.	Private	1	1	1
614	Fundacion Tecnologica Liderazgo Canadiense Internacional	Higher Education	1	0	0
615	Ingenieria Sismica CIIES	Others	1	0	0
616	Reumatologos del Caribe S.A.	Health	1	48	48
617	Corporacion de Lucha contra el Sida	Others	1	13	13
618	Corporacion ECOVERSA	Others	1	3	3
619	Cultivos y Semillas El Aceituno Ltda.	Private	1	1	1
620	Dakya Ltda.	Private	1	1	1
621	Area Metropolitana del Valle de Aburra	Government	1	3	3
622	XM Compania de Expertos en Mercados S.A. E.S.P.	Private	1	0	0
623	Johnson & Johnson de Colombia S.A.	Private	1	1	1
624	Red de Desarrollo Sostenible de Colombia	Others	1	2	2
625	Rancho Claro S.A.	Others	1	1	1
626	Econometria y Estadistica Econstat E.U.	Private	1	5	5
627	Emerson Process Management Colombia	Private	1	0	0
628	Geostratos Ltda.	Private	1	0	0
629	Fondo Internacional para el Desarrollo Agricola, Colombia	Others	1	0	0
630	Ingenieria Especializada S.A.	Private	1	0	0
631	LDS Missions	Others	1	4	4
632	Mimesis Soluciones Ltda.	Private	1	0	0
633	MAC S.A.	Private	1	2	2
634	Carbo-UA Cali	Private	1	0	0
635	Corporacion Sur Neotropica	Others	1	0	0
636	Educacion y Desarrollo de Aplicaciones EDESA S.A.	Private	1	4	4
637	Empresa de Energia de Casanare ENERCA S.A. E.S.P	Private	1	0	0
638	Centro de Estudios de la Construccion y el Desarrollo Urbano	Others	1	0	0
639	Hospital Departamental Amor de Patria	Health	1	21	21
640	Instituto Superior de Educacion Social	Higher Education	1	0	0
641	Parque Jaime Duque	Others	1	2	2
642	Secretaria de Salud y del Ambiente	Health	1	1	1
643	Clinica del Campestre	Health	1	0	0

SIR	Institution	Sector	Ndoc	Cites	CpD
644	Instituto para el Desarrollo de Antioquia	Government	1	4	4
645	Manufacturas de Aluminio S.A.	Private	1	0	0
646	Centro Colombiano de Genomica y Bioinformatica de Ambientes Extremos	Government	1	2	2
647	Sistema de Informacion del Sector Agropecuario del Valle del Cauca	Government	1	0	0
648	Centro de Diagnostico Cardiologico	Health	1	4	4
649	Corpus y Rostrum S.A.	Health	1	6	6
650	Corporacion Region para el Desarrollo y la Democracia	Others	1	7	7
651	Hospital San Rafael de Leticia E.S.E.	Health	1	4	4
652	Hospital Universitario San Juan de Dios	Health	1	0	0
653	Centro de Asistencia Legal Ambiental	Others	1	0	0
654	Observatorio de Salud Publica de Santander	Health	1	0	0
655	Fundacion InfoVida	Others	1	33	33
656	Fundacion Vida Silvestre Neotropical	Others	1	2	2
657	Fundacion Santandereana de Diabetes y Obesidad	Health	1	7	7
658	Fundacion para la Investigacion Clinica y Molecular Aplicada del Cancer	Health	1	0	0
659	Clinica de Occidente S.A.	Health	1	0	0
660	Fundacion Tecnologica Autonoma de Bogota	Higher Education	1	1	1
661	Colegio Nueva Granada	Others	1	0	0
662	Fundacion Ecotrek	Others	1	3	3
663	Asociacion Colombiana de Facultades de Medicina	Health	1	0	0
664	Liga Colombiana contra la Epilepsia	Health	1	0	0
665	Fundacion Ecohabitats	Others	1	3	3
666	Corporacion Autonoma Regional del Valle del Cauca	Government	1	1	1
667	Fundacion Ciencia y Tecnologia	Others	1	21	21
668	Fundacion Colombiana de Enfermedades Vasculares Perifericas	Health	1	0	0
669	Corporacion para la Investigacion de la Corrosion	Government	1	0	0
670	GEMS Ltda.	Private	1	5	5
671	Fondo Ganadero del Centro S.A.	Private	1	0	0
672	Instituto Nacional de Investigacion en Oftalmologia	Health	1	19	19
673	DecisionWare Ltda.	Private	1	0	0
674	Ministerio de Industria y Comercio	Government	1	0	0
675	Fundacion Colombiana para el Manejo del Trauma Cerebral	Health	1	0	0
676	Caja de Compensacion del Valle del Cauca	Others	1	0	0
677	Academia Colombiana de Cirugia Estetica	Health	1	2	2
678	Fundacion para el Progreso de Antioquia	Others	1	0	0
679	Hospital San Rafael de Girardot E.S.E.	Health	1	1	1
680	Hospital San Antonio E.S.E.	Health	1	4	4
681	Hospital Joaquín Paz Borrero E.S.E.	Health	1	5	5
682	Hospital San Jose de Ortega E.S.E.	Health	1	19	19
683	Centro de Salud San Pedro E.S.E.	Health	1	19	19
684	Clinica Oftalmologica Unidad Laser del Atlantico	Health	1	14	14
685	Institucion Prestadora de Salud Coopsana	Health	1	4	4
686	Heres IPS Ltda.	Health	1	13	13
687	Instituto Departamental de Deportes de Antioquia	Government	1	38	38
688	Comfama I.P.S.	Health	1	4	4
689	Bogota Laser Refractive Institute	Health	1	0	0
690	Hospital Simon Bolivar	Health	1	13	13
691	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura	Others	1	0	0
692	Hospital Maria Auxiliadora E.S.E.	Health	1	22	22
693	Sustainable Harvest	Private	1	0	0
694	Hospital San Juan de Dios de Giron E.S.E.	Health	1	0	0
695	Suratop S.A.	Health	1	0	0
696	Hospital Departamental de Villavicencio E.S.E.	Health	1	0	0
697	Instituto Caro y Cuervo	Government	1	0	0
698	Lumni Colombia S.A.	Private	1	2	2
699	Clinica Juan N. Corpas Ltda.	Health	1	3	3
700	Universidad EAN	Higher Education	1	0	0
701	Fundacion Natura Colombia	Others	1	0	0
702	Policía Nacional de Colombia	Government	1	2	2
703	Fundacion Erigaie	Others	1	4	4
704	Fundacion Instituto de Genetica Ecologica y Biodiversidad del Tropico Americano	Others	1	0	0
705	Fundacion Ulama	Others	1	2	2
706	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogota E.S.P.	Private	1	2	2
707	Tampa Cargo S.A.	Private	1	10	10
708	Siplas Ltda.	Private	1	5	5
709	Instituto de Desarrollo Urbano	Government	1	9	9
710	Clinica Conquistadores	Health	1	0	0
711	Fundacion Neotropicos	Others	1	4	4
712	Fuerzas Militares de Colombia	Government	1	0	0
713	Programa Equilibrio	Health	1	8	8
714	Instituto Universitario de La Paz	Higher Education	1	8	8

SIR	Institution	Sector	Ndoc	Cites	CpD
715	Corporacion Universitaria de Ciencia y Desarrollo	Higher Education	1	3	3
716	Centro de Desarrollo Infantil Anthiros	Others	1	1	1
717	Centro de Ortopedia y Fracturas S.A.	Health	1	0	0
718	Sociedad Colombiana de Anestesiologia y Reanimacion	Health	1	0	0
719	Proyectos y Disenos Ltda.	Private	1	5	5

Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos Scopus

8.20. Matriz colaboración internacional Colombia-Mundo. Producción absoluta, 2003-2010

	ARG	AUS	BEL	BRA	CAN	CHE	CHL	CHN	COL	CZE	DEU	ECU	ESP	FRA	GRB	IND	IRL	ITA	KOR	MEX	NLD	PER	RUS	SWE	USA	VEN
ARG		843	540	3741	1700	848	1711	510	755	423	2876	307	5169	2891	2332	507	333	2008	326	1313	893	282	495	695	8448	333
AUS	843		2969	2310	12269	5001	892	13942	266	1016	13921	68	3967	9279	29622	3121	1660	6142	2715	927	6192	46	1885	4570	45871	107
BEL	540	2969		1664	4944	6222	671	2499	266	1879	15922	120	7590	20098	15781	1044	1381	11694	961	926	15454	185	2965	4156	19911	120
BRA	3741	2310	1664		4749	1887	1643	1329	1414	839	6967	380	4721	8326	7840	1449	512	4379	829	1864	2331	557	1762	1572	24247	581
CAN	1700	12269	4944	4749		7764	1385	15742	682	1626	19418	312	7279	20162	28145	3751	2004	10064	4541	2769	8693	261	3957	5464	108989	327
CHE	848	5001	6222	1887	7764		673	3128	468	2167	35914	221	7433	21299	19942	2099	1540	15140	1919	1037	8957	149	4545	5200	36957	123
CHL	1711	892	671	1643	1385	673		267	527	116	3083	117	3564	2873	2358	270	187	1519	284	899	736	289	550	524	7245	242
CHN	510	13942	2499	1329	15742	3128	267		405	1023	16540	221	2648	10395	20275	2575	1289	4131	9064	1074	4400	90	3536	4804	83239	53
COL	755	266	266	1414	682	468	527	405		256	878	327	2399	1111	1223	374	249	418	293	1041	488	246	325	373	3344	398
CZE	423	1016	1879	839	1626	2167	116	1023	256		7769	211	2249	5258	4817	842	673	3465	630	600	2196	30	2600	1869	7236	18
DEU	2876	13921	15922	6967	19418	35914	3083	16540	878	7769		371	22942	44920	58252	8409	4302	33105	5067	2971	30712	299	22862	16526	111209	363
ECU	307	68	120	380	312	221	117	221	327	211	371		229	393	436	233	203	109	203	334	280	140	212	242	985	72
ESP	5169	3967	7590	4721	7279	7433	3564	2648	2399	2249	22942	229		24223	26536	1819	2117	21108	1338	6338	10539	429	4288	6325	38611	1434
FRA	2891	9279	20098	8326	20162	21299	2873	10395	1111	5258	44920	393	24223		43264	4965	3155	33244	3242	4153	17392	346	12313	9979	71035	774
GRB	2332	29622	15781	7840	28145	19942	2358	20275	1223	4817	58252	436	26536	43264		7670	10581	35042	4964	3543	29934	491	9723	17675	119827	613
IND	507	3121	1044	1449	3751	2099	270	2575	374	842	8409	233	1819	4965	7670		606	2880	4281	913	1863	104	1725	1435	24645	71
IRL	333	1660	1381	512	2004	1540	187	1289	249	673	4302	203	2117	3155	10581	606		2357	645	515	2230	13	1062	1632	7645	17
ITA	2008	6142	11694	4379	10064	15140	1519	4131	418	3465	33105	109	21108	33244	35042	2880	2357		1997	2095	14487	160	7749	8339	60788	296
KOR	326	2715	961	829	4541	1919	284	9064	293	630	5067	203	1338	3242	4964	4281	645	1997		805	1397	31	3116	1035	44937	43
MEX	1313	927	926	1864	2769	1037	899	1074	1041	600	2971	334	6338	4153	3543	913	515	2095	805		1074	270	1553	714	15255	579
NLD	893	6192	15454	2331	8693	8957	736	4400	488	2196	30712	280	10539	17392	29934	1863	2230	14487	1397	1074		124	4153	7398	39123	114
PER	282	98	185	557	261	149	289	90	246	30	299	140	429	346	491	104	13	160	31	270	124		47	89	1961	128
RUS	495	1885	2965	1762	3957	4545	550	3536	325	2600	22862	212	4288	12313	9723	1725	1062	7749	3116	1553	4153	47		3990	23163	40
SWE	695	4570	4156	1572	5464	5200	524	1	373	1869	16526	242	6325	9979	17675	1435	1632	8339	1035	714	7398	89	3990		26108	76
USA	8448	45871	19911	24247	108989	36957	7245	83239	3344	7236	111209	985	38611	71035	119827	24645	7645	60788	44937	15255	39123	1961	23163	26108		2347
VEN	333	107	120	581	327	123	242	53	398	18	363	72	1434	774	613	71	17	296	43	579	114	128	40	76	2347	

Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos Scopus

8.21. Matriz colaboración internacional Colombia-Latinoamérica. Producción absoluta, 2003-2010

	ARG	BRA	CHL	COL	CRI	CUB	ECU	MEX	PER	PRI	URY	VEN
ARG		3741	1711	755	134	218	307	1313	282	115	696	333
BRA	3741		1643	1414	237	695	380	1864	557	236	678	581
CHL	1711	1643		527	78	140	117	899	289	38	280	242
COL	755	1414	527		134	186	327	1041	246	162	86	398
CRI	134	237	78	86		45	31	32	63	39	28	79
CUB	218	695	140	186	45		23	993	71	18	31	150
ECU	307	380	117	327	42	23		334	140	8	32	72
MEX	1313	1864	899	1041	242	993	334		270	239	197	579
PER	282	557	289	246	63	71	140	270		43	63	128
PRI	115	236	38	162	39	18	8	239	43		5	86
URY	696	678	280	86	28	31	32	197	63	5		89
VEN	333	581	242	398	79	150	72	579	128	86	89	

Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos Scopus

8.22. Colaboración internacional en la producción colombiana absoluta, liderada, de excelencia y de excelencia liderada, 2003-2010

ALL					LEADERSHIP					EXCELLENCE					EXCELLENCE WITH LEADERSHIP				
Country	Ndoc	%Coll	Cites	CpD	Country	Ndoc	%Coll	Cites	CpD	Country	Ndoc	%Coll	Cites	CpD	Country	Ndoc	%Coll	Cites	CpD
USA	3344	14,72%	39933	11,94	USA	942	20,37%	5101	5,42	USA	650	12,40%	27008	41,55	USA	90	25,07%	2383	26,48
ESP	2399	10,56%	15470	6,45	ESP	840	18,17%	2258	2,69	ESP	281	5,36%	9186	32,69	ESP	41	11,42%	632	15,41
BRA	1414	6,23%	13756	9,73	BRA	421	9,10%	1475	3,5	BRA	249	4,75%	9639	38,71	BRA	30	8,36%	561	18,7
GBR	1223	5,38%	13978	11,43	FRA	281	6,08%	1176	4,19	FRA	240	4,58%	9345	38,94	GBR	22	6,13%	506	23
FRA	1111	4,89%	13165	11,85	GBR	250	5,41%	1320	5,28	GBR	229	4,37%	9510	41,53	FRA	22	6,13%	460	20,91
MEX	1041	4,58%	11648	11,19	MEX	234	5,06%	826	3,53	MEX	216	4,12%	8723	40,38	CAN	13	3,62%	215	16,54
DEU	878	3,87%	11190	12,74	DEU	174	3,76%	508	2,92	DEU	203	3,87%	8256	40,67	MEX	12	3,34%	319	26,58
ARG	755	3,32%	9175	12,15	CHL	160	3,46%	520	3,25	CAN	176	3,36%	8159	46,36	ARG	9	2,51%	207	23
CAN	682	3,00%	10428	15,29	ARG	155	3,35%	618	3,99	NLD	163	3,11%	6423	39,4	DEU	9	2,51%	94	10,44
CHL	527	2,32%	4039	7,66	CAN	134	2,90%	571	4,26	ARG	160	3,05%	6343	39,64	AUS	8	2,23%	135	16,88
NLD	488	2,15%	8099	16,6	VEN	107	2,31%	454	4,24	CHN	133	2,54%	3869	29,09	ITA	8	2,23%	95	11,88
CHE	468	2,06%	6572	14,04	ITA	74	1,60%	230	3,11	CHE	128	2,44%	4859	37,96	VEN	8	2,23%	133	16,63
ITA	418	1,84%	6436	15,4	CUB	59	1,28%	92	1,56	ITA	116	2,21%	5283	45,54	CHE	7	1,95%	204	29,14
CHN	405	1,78%	5144	12,7	BEL	56	1,21%	181	3,23	IND	115	2,19%	3796	33,01	NLD	7	1,95%	302	43,14
VEN	398	1,75%	3821	9,6	AUS	47	1,02%	312	6,64	SWE	109	2,08%	4269	39,17	CHL	6	1,67%	84	14
IND	374	1,65%	5324	14,24						ECU	98	1,87%	3073	31,36	BEL	4	1,11%	67	16,75
SWE	373	1,64%	5469	14,66						KOR	94	1,79%	3644	38,77	CHN	4	1,11%	70	17,5
ECU	327	1,44%	4419	13,51						AUS	91	1,74%	5910	64,95					
RUS	325	1,43%	3757	11,56						RUS	86	1,64%	2648	30,79					
KOR	293	1,29%	4683	15,98						CZE	82	1,56%	2125	25,91					
BEL	266	1,17%	4035	15,17						IRL	80	1,53%	2490	31,13					
AUS	266	1,17%	6846	25,74						BEL	75	1,43%	3371	44,95					
CZE	256	1,13%	3048	11,91						JPN	70	1,34%	2898	41,4					
IRL	249	1,10%	3310	13,29						CHL	65	1,24%	2421	37,25					
PER	246	1,08%	4525	18,39						PER	65	1,24%	3673	56,51					
										VEN	54	1,03%	2591	47,98					

Fuente: SCImago Research Group (c2012) a partir de datos Scopus

