

Impacto internacional de la investigación y la colaboración científica de las Universidades de Cataluña. 2000-2004

International research impact and scientific collaboration of universities from Catalonia. 2000-2004

Carlos Olmeda-Gómez*, M.^a Antonia Ovalle-Perandonés*,
Antonio Perianes-Rodríguez* y Félix de Moya-Anegón**

Resumen: El objetivo del estudio es el análisis de la producción científica de las universidades catalanas en el período 2000-2004. Se presentan indicadores de actividad científica, visibilidad, impacto, potencial investigador, citación, autocitación, colaboración nacional e internacional, por universidad. Las evidencias empíricas muestran un sistema universitario estratificado, sin un perfil de especialización en sus actividades de investigación. Se ha dibujado gráficamente la red de colaboración internacional por países de todas las universidades catalanas. Las universidades en su conjunto prefieren colaborar con Estados Unidos, el Reino Unido, Francia, Alemania e Italia y obtienen mejor visibilidad cuando firman sus trabajos con autores de lengua inglesa.

Palabras clave: resultados de investigación, indicadores bibliométricos, coautoría, universidades, Cataluña.

Abstract: The aim of the present study was to analyse the scientific production of Catalanian universities over the period 2000-2004. Scientific activity, visibility, impact, research potential, citations, self-citations, regional and international collaboration indices are provided for each university. The empirical evidence shows a stratified university system exists, with no clear specializations in research activity. A diagram is presented to show the collaboration of Catalan universities with international institutions. As a whole, they prefer to collaborate with institutions in the United States, the United Kingdom, France, Germany and Italy, and obtain better visibility when publishing with English-speaking authors.

Keywords: research outputs, bibliometric indicators, co-authorship, universities, Catalonia.

* Departamento de Biblioteconomía y Documentación. Universidad Carlos III de Madrid.
Correo-e: carlos.olmeda@uc3m.es.

** Centro de Ciencias Sociales y Humanas. CSIC. Madrid.
Recibido: 5-3-08; 2.^a versión: 10-6-08.

1. Introducción

El sistema universitario español ha registrado en las dos últimas décadas, entre 1985-1986 a 2005-2006, cambios significativos, que afectan tanto a sus estructuras institucionales como organizativas y se caracterizan por una acusada ampliación, intensificación y diversificación de la oferta universitaria de grado y por una tendencia alcista de la demanda de servicios universitarios. En la actualidad, el sistema está inmerso en un proceso a medio camino entre la reforma y la reconversión con la intención de lograr una universidad de excelencia para la ciencia y la tecnología.

Los cambios afectan a la nueva organización y estructuración de los contenidos académicos, la reordenación de la carrera docente, la definición de nuevos modelos y objetivos de financiación y mayor orientación hacia la investigación así como la redefinición del papel estratégico que juegan las instituciones de educación superior en las tareas de investigación, desarrollo e innovación. El objetivo último institucional en el seno del Espacio Europeo de Educación Superior, es emular el funcionamiento y los rasgos de los sistemas universitarios más avanzados de la Unión Europea y de la OCDE, que han contribuido al desarrollo social, cultural y económico de sus respectivos países y han logrado resolver con éxito, su posición competitiva en la economía globalizada. En este sentido, el mayor reto con el que se encuentran las universidades españolas es demostrar que son capaces de movilizar la capacidad de producir conocimiento, de formar recursos humanos y de transferir capacidades a la economía y a la sociedad, objetivos declarados que se persiguen en la así denominada estrategia Universidad 2015 del actual Ministerio de Ciencia e Innovación.

Tras promulgarse la Ley de Orgánica de Reforma Universitaria de 1983, se puso en marcha un proceso de transferencia de competencias del Estado español a las Comunidades Autónomas que ha desembocado en la aparición de distintos subsistemas universitarios regionales en los últimos veinte años, de acuerdo con la reorganización territorial del Estado en Comunidades Autónomas. El cambio funcional organizativo ha provocado disfunciones en el proceso de toma de decisiones, que se realiza de forma independiente en cada Comunidad Autónoma con escasa coordinación interregional. En la esfera de la actividad universitaria, la presencia institucional se ha ampliado y diversificado con la creación en este período de un total de 38 nuevas universidades, 19 de ellas de carácter privado. En el curso 2006-2007, existen en España 73 universidades 50 públicas y 23 privadas.

La producción científica española del sector de instituciones de educación superior ha sido analizada de forma específica en diversos artículos, tesis doctorales e informes de investigación. Los trabajos analizados difieren en gran medida entre sí, debido a la unidad de análisis considerada, la ventana temporal empleada y sobre todo por el diseño de la investigación. Así, en los estudios más recientes, el objetivo del estudio se limita a la producción elaborada en un sola institución, como en el

caso de la Universidad de Alcalá de Henares (Campanario, Cabos e Hidalgo, 1998), la Universidad de Extremadura (Pulgarín et. al., 2003; Barragán, Guerrero Bote y Moya Anegón, 2006), la Universidad de Granada (Jiménez Contreras, 1997; Moya Anegón et al., 2005), la Universidad Politécnica de Valencia (Alonso, Pulgarín y Gil Leiva, 2005, 2006) o la universidad Carlos III de Madrid (Iribarren Maestro, 2006). También se han realizado trabajos bibliométricos a partir del análisis de la producción de las universidades de una determinada Comunidad Autónoma, como Andalucía (Navarrete Cortés, 2003), o por Comunidad Autónoma, con datos extraídos de la base de datos *National Citation Reports-Cataluña*, que incluye datos sectoriales de universidades (Camí et al., 2002; Suñén, Mendez Vazquez, Camí, 2006). Hay estudios «transversales», como los que analizan la producción de una determinada disciplina en una universidad concreta, por ejemplo, la Biomedicina en la Universidad de Granada (Ruiz de Osma, 2003), o los que analizan la producción de varias disciplinas, en el conjunto de las universidades españolas, por ejemplo, la Física y la Química (Rovira et al., 2003) o las Ciencias Económicas y Empresariales (Suriñach i Caralt, 2004; Ramos, Royuela y Suriñach, 2007). Por último, hay que reseñar aquella línea de trabajos cuyo objetivo se centra, a partir exclusivamente de la producción universitaria, en el análisis de aspectos concretos de la producción, como la excelencia (Moya Anegón et. al., 2004^a), la citación (Camí, 2004), la colaboración (Olmeda Gómez, et al., 2006), la interdisciplinariedad (Rovira Pato, 2006) o el rendimiento de la investigación (Gomez, I., 2007^b)

El presente estudio, de carácter aplicado, presenta una panorámica de conjunto que analiza la actividad investigadora y la visibilidad de la producción con difusión internacional, producida por las universidades en la Comunidad de Cataluña, en todas las disciplinas durante el período 2000-2004.

Para ello, el artículo proporciona un conjunto de indicadores de los resultados de la investigación académica, a partir de la información de origen contenida en el Web of Science, publicada por Thomson Scientific. Así:

- El artículo presenta las características bibliométricas de las 11 universidades catalanas, analizando los patrones de los datos.
- Las características analizadas atienden a los siguientes aspectos: actividades de producción, productividad, visibilidad e impacto, valores de autocitación y datos de colaboración por universidad, incluida la internacional.

2. Origen de datos, procedimientos y métodos

Se han utilizado las bases de datos multidisciplinares Science Citation Index Expanded (SCI-Expanded), Social Science Citation Index (SSCI) y Arts and Humanities Citation Index, contenidas en el portal Web of Knowledge™. El trabajo por

tanto, se centra en los resultados obtenidos y difundidos principalmente mediante su publicación en forma de artículos científicos y se excluyen libros, patentes, la producción en revistas españolas y otros resultados de investigación difundidos mediante otros medios. La idoneidad queda acreditada, ya que es una de las fuentes de datos empleada en investigaciones del Centro de Información y Documentación Científica (Gómez et al., 2007a), en informes de alcance nacional, por la Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT) (Moya Anegón et al., 2007) o en estudios recientes, de carácter temático sobre la producción universitaria (Surinach i Caralt, 2004).

La estrategia de búsqueda ha consistido en la descarga de todos los documentos contenidos en las bases de datos mencionadas, en los que como lugar de trabajo apareciera «Spain» en la dirección institucional de los autores firmantes y que los años de publicación de las referencias en las revistas fueran entre 2000 y 2004. Los procesos de captura de datos dan como resultado la construcción de un sistema de bases de datos con toda la información integrada y de forma relacional gestionada mediante Microsoft Access™.

Se han obtenido 151.600 documentos de todo tipo con visibilidad internacional (P): artículos, resúmenes de congresos, revisiones, cartas, editoriales y críticas de libros, entre otros. Se ha extractado de ese conjunto, aquella producción que comprende sólo a los artículos y que se denomina en el artículo producción primaria o citable (Pc). A través de procedimientos semiautomáticos se ha procedido a la normalización institucional y geográfica, teniendo en cuenta las variaciones en los nombres de las direcciones institucionales de los autores firmantes, mediante la combinación dirección-institución (Figura 1).

Figura 1
Software SCImago para normalización de trabajos



La atribución sectorial se estableció de acuerdo con la distribución habitual en trabajos del grupo SCImago (Moya Anegón et. al., 2004^b). El subconjunto atribuido al sector universitario español, ascendió a 100.710 documentos, el 66,4 % del total nacional producido en el período.

El factor de impacto normalizado y tipificado (FITN), se basa en el cálculo del factor de impacto incluido en los informes del ISI *Journal Citation Report* (JCR) de forma anual. Éstos se han utilizado para dar un peso específico indicativo de calidad a cada uno de los trabajos, heredando el factor de impacto del JCR de la revista en la que aparece publicado y posteriormente se ha efectuado un proceso de normali-

zación basado en una función de tipificación (Braun, T. et al., 1985), que permite aplicarlo en términos comparativos (Moya Anegón et al., 2004^b, 2007). De este modo, el FITN se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$FITN_{jc} = \frac{FI_{jc} - \overline{FI_c}}{\sigma FI_c}$$

Siendo el FITN_{jc} el factor de impacto normalizado de una revista *j*, en una categoría *c*, y *FI_{jc}* el factor de impacto de una revista *j*, en una categoría *c*.

El potencial investigador (PI), intenta aunar cantidad y calidad, ponderando la producción *P* por el impacto y relativizando la cantidad en función del impacto de los trabajos. La fórmula empleada ha sido: $PI = \Sigma (P \times FITN)$.

En este trabajo, la atribución temática sigue las convenciones de otros trabajos del grupo SCImago, a partir de la reclasificación de las categorías temáticas ISI, en las clases temáticas empleadas por la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (Olmeda Gómez et al., 2006).

Los datos que se refieren al profesorado, han sido extraídos de las estadísticas oficiales publicadas por años académicos del Instituto Nacional de Estadística (INE), como fuente más fiable y para el cálculo del Índice de Productividad (*IPROD*) recogido en la Tabla II, se tuvo en cuenta el dato de profesorado con dedicación a tiempo completo, tanto de universidades públicas, como de universidades privadas y desde el curso académico 1999-2000 hasta el 2003-2004 inclusive. El *IPROD*, se obtiene dividiendo la producción científica con visibilidad internacional de cada centro (*P*), entre el número de profesores con dedicación a tiempo completo de la institución. Se trata de un indicador sencillo para calibrar de forma aproximada la eficiencia del sistema universitario catalán mediante la comparación de una magnitud de entrada (personal de I+D, investigadores), en términos de publicaciones científicas con visibilidad internacional. Con vistas a que este indicador pueda ser comparado con otros indicadores en escalas similares, se ha procedido a su normalización. En este caso, ese proceso ha supuesto dividir los diferentes índices de productividad de cada una de las universidades, entre el valor máximo obtenido por un centro universitario determinado en el período estudiado.

Los recuentos de citas (*C*), se han calculado con una ventana de tres años, en el período que cubre el trabajo y calculados sobre la producción primaria o citable (*Pc*). Las citas de los tres años incluyen las citas y autocitas (*Au*) de ese año, más las citas y autocitas observadas en los dos siguientes años. A modo de ejemplo, cuando se presentan datos de cálculos que acumulan las citas o autocitas del año 2000, se acumulan citas o autocitas del año 2000, más las del año 2001 y del año 2002. Así mismo, se han obtenido valores de citación sin autocitas (*Cs*), la tasa media de citación incluidas las autocitas (*C/Pc*) y sin autocitas, (*Cs/Pc*) y los porcentajes de producción no citada (*Pnc*).

La coautoría, sigue siendo uno de los indicadores más frecuentes empleado en bibliometría (Meyer, M. y Bhattacharya, S., 2004), en virtud de sus ventajas (Katz y Martín, 1997). Se han empleado datos a partir del recuento completo de coautorías, según el cual se atribuye la autoría a todas y cada una de las instituciones firmantes, lo cual provoca solapamientos en los recuentos totales de producción al atribuirse cada trabajo a tantos autores como firmantes institucionales posea.

Se entiende por trabajos sin colaboración, aquellos cuya autoría institucional se corresponde con una sola universidad de Cataluña. Por colaboración intrauniversitaria, si entre los firmantes aparecen dos o más universidades catalanas. Por colaboración interuniversitaria, aquellos cuya autoría institucional le corresponde al menos a una universidad catalana y a una, o a más de una universidad de una comunidad autónoma diferente de Cataluña. Por colaboración intrarregional se entiende, aquellos documentos cuya autoría institucional le corresponde al menos a una universidad catalana y a una, o a más de una institución ubicada en Cataluña que pertenezca a un sector diferente al universitario. Por colaboración interregional se entiende, aquellos documentos cuya autoría institucional le corresponde al menos a una universidad catalana y a una, o más de una institución ubicada en una comunidad autónoma diferente a Cataluña de un sector diferente al universitario. Los trabajos con colaboración internacional son aquellos cuya autoría institucional le corresponde al menos a una universidad catalana y a una o más de una institución ubicada en un país diferente a España.

Para representar la desemejanza en el grado de colaboración entre universidades, se ha calculado la tasa de colaboración asimétrica y se ha representado gráficamente en el mapa de colaboración interuniversitaria (Anexo 1), elaborado con el programa de análisis de redes sociales Pajek. Se indica la asimetría mediante el sentido diferente de las puntas de las flechas que vinculan los nodos. Se ha calculado del modo siguiente, con dos fórmulas que miden el sentido de la colaboración entre dos nodos cualesquiera:

$$TCA(i_{univ_1} \rightarrow i_{univ_2}) = \frac{COL(i_{univ_1} \leftrightarrow i_{univ_2})}{COL(i_{univ_1} \leftrightarrow i_{univ_1})} \times 100$$

$$TCA(i_{univ_2} \rightarrow i_{univ_1}) = \frac{COL(i_{univ_2} \leftrightarrow i_{univ_1})}{COL(i_{univ_2} \leftrightarrow i_{univ_2})} \times 100$$

3. Resultados

La red universitaria catalana está formada por doce universidades: siete públicas (Universidad Autónoma de Barcelona, Universidad de Barcelona, Universidad de Gerona, Universidad de Lérida, Universidad Politécnica de Cataluña, Universidad Pompeu Fabra y Universidad Rovira y Virgili), cuatro privadas (Universidad de Vic,

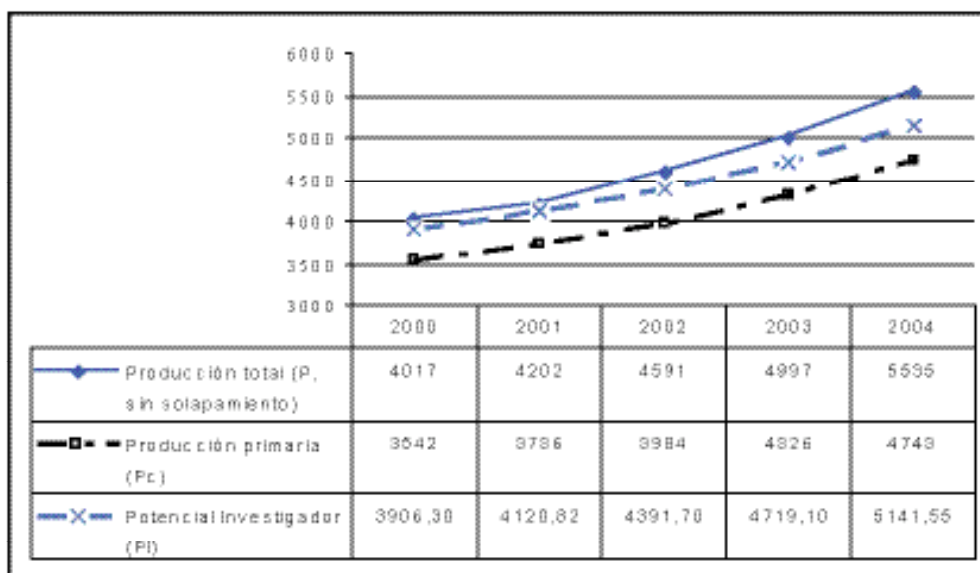
Universidad Internacional de Cataluña, Universidad Ramón Llull, Abat Oliba CEU) y una de carácter semipresencial (Universitat Oberta de Catalunya), con un gasto público en educación universitaria que alcanza los 1.204.974 millones de euros en 2005.

3.1. Análisis de la producción

En este apartado se acomete el análisis de la presencia internacional de la producción de las universidades catalanas en la base de datos del Web of Science, para el período 2000-2004. La producción total de las 11 universidades que tienen producción en el período, ha sido de 25.198 documentos de todo tipo, lo que supone el 23.18 % respecto del total nacional y el 60,7% del total de la producción catalana, en el 2004, inferior en un 2% al valor que representaba en 2000.

En la Figura 2 se muestra la tendencia al alza en el crecimiento de la producción universitaria durante el quinquenio, con un coeficiente de determinación alto (0,97), lo que hace pensar en una buena proyección para los años siguientes. La producción primaria, también tiene una tendencia al alza ($R^2 = 0,97$) al igual que el potencial investigador ($R^2 = 0,98$).

Figura 2
Evolución anual de la producción universitaria absoluta. Cataluña. 2000- 2004



La preponderancia de la lengua inglesa (94,58%) como vehículo de difusión de los resultados de investigación es abrumadora y está en consonancia con los resultados a nivel nacional. La producción en catalán es prácticamente inexistente, 2 revisiones de libros y un artículo, toda vez que de las 32 revistas españolas incluidas en el JCR en la versión de 2006, ninguna se difunde en catalán. Como se sabe, el WOS no incluye todas las revistas, sino sólo aquellas que cumplen ciertos requisitos basándose en la frecuencia con la que son citadas. Esta circunstancia, añadida a la moderada cobertura de las bases del ISI en ciencias sociales y las humanidades en otras lenguas diferentes del inglés (Bordons, Fernández, Gómez, 2002) y a que los artículos publicados en revistas en lenguas diferentes del inglés tengan un impacto considerablemente menor (van Leeuwen et al., 2001), hace que aquellos investigadores españoles que se expresan en otras lenguas como el catalán, o realizan estudios regionales o locales, se enfrenten con una penalización frente a sus otros colegas que trabajan en otros dominios científicos y tecnológicos, y se provoque una tendencia a la migración en la publicación hacia revistas, temas o idiomas, con mayor visibilidad, criticada por profesores catalanes (Figueres i Artigues, 2007). Por lo que respecta a los tipos documentales, los artículos científicos son los preponderantes (87,1%), seguidos de los resúmenes de congresos (4,9%), revisiones (2,9%), cartas (2,0%), editoriales (1,8%).

La distribución por centros, es la propia de otras distribuciones de carácter bibliométrico (Tabla I): varias universidades tienen una producción baja y las tres primeras acumulan el 81,75% del total de la producción: la Universidad de Barcelona (UB), la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB) y la Universidad Politécnica (UPC), ocupando la UB el primer puesto absoluto y la UAB, el tercero en el total nacional (Moya et al., 2007). Un efecto, sin duda, relacionado con el tamaño de la universidad en número y antigüedad de los departamentos, especialidades y profesores y que se traduce en mayores oportunidades de publicar y de ser citado. El resto de universidades de más reciente creación, alcanzan el 18,25% restante. Los datos corroboran la tendencia de años precedentes (Camí et al., 2002).

Mediante el cálculo del IPROD (Tabla II), se observa que no todas las universidades más pequeñas y de fecha de creación más reciente, se comportan del mismo modo, ya que las productividades por profesor, calculadas de este modo, varían notablemente. Es fácil observar los cambios. Se producen en las posiciones de cabeza y se incorporan las universidades Rovira y Virgili y la Universidad Pompeu Fabra al grupo de universidades con valores de productividad por profesor, por encima del 0,5.

La distribución temática por campos científicos se reproduce en la Tabla III. La producción se concentra en seis categorías temáticas ($\% \Delta = 61,87\%$): Medicina, Biología Molecular, Celular y Genética, Química, Física, Biología Vegetal y Animal y Ciencias de la Tierra y, en este sentido, no se aparta de la tendencia de la producción española (Moya Anegón, et. al., 2007, p. 113). La UB y la UAB, las universidades más antiguas, tienen una estructura de producción temática muy similar, salvo en Química, donde la primera duplica prácticamente la producción de la segunda. La UPF tiene una producción apreciable en Economía y Ciencias Sociales.

Tabla I
Distribución de la producción total de las universidades de Cataluña por centros.
2000-2004

<i>Universidad</i>	<i>Puesto en España (67 casos)</i>	2000	2001	2002	2003	2004	Total	% 2000-04
Univ. de Barcelona. UB	1	1.990	2.042	2.109	2.166	2.365	10.672	42,35
Univ. Autónoma de Barcelona. UAB	3	1.111	1.137	1.272	1.340	1.465	6.325	25,10
Univ. Politécnica de Cataluña. UPC	10	569	601	692	813	930	3.605	14,31
Univ. Rovira & Virgili. URV	26	222	249	308	347	404	1.530	6,07
Univ. Pompeu Fabra. UPF	32	147	189	216	294	334	1.180	4,68
Univ. de Gerona. UDG	41	150	156	173	204	207	890	3,53
Univ. de Lérida. UDL	43	84	89	121	146	154	594	2,36
Univ. Ramón Llul. URL	50	48	50	58	47	72	275	1,09
Univ. Internacional de Cataluña. UNICA	55	11	13	20	17	28	89	0,35
Univ. de Vic. UVIC	58	5	3	3	7	8	26	0,10
Univ. Oberta Catalunya. UOC	61		1		5	6	12	0,05
Total P con solapamiento		4.337	4.530	4.972	5.386	5.973	25.198	
Total P sin solapamiento		4.017	4.202	4.591	4.997	5.535	23.342	

Tabla II
Producción, promedio del profesorado con dedicación completa e índice de productividad normalizado de las universidades catalanas. 2000-2004

<i>Universidad</i>	<i>Producción (P)</i>	<i>%P</i>	<i>Media prof. dedicación completa</i>	<i>IPROD normalizado Cataluña</i>
Univ de Barcelona. UB	10.672	42,35	2.634	0,97
Univ Autónoma de Barcelona. UAB	6.325	25,10	1.507	1,00
Univ Politécnica de Cataluña. UPC	3.605	14,31	1.705	0,51
Univ Rovira y Virgili. URV	1.530	6,07	537	0,69
Univ Pompeu Fabra. UPF	1.180	4,68	552	0,52
Univ de Gerona. UDG	890	3,53	524	0,40
Univ de Lérida. UDL	594	2,36	457	0,31
Univ Ramón Llul. URL	275	1,09	409	0,16
Univ Internacional Cataluña. UNICA	89	0,35	143	0,21
Univ de Vic. UVIC	26	0,10	135	0,05
Univ Oberta Cataluña. UOC	12	0,05	93	0,04

Tabla III
Producción absoluta por universidades y clases ANEP. 2000-2004. Todo tipo de documentos

Clase ANEP	UAB	UB	UDG	UDL	UNICA	UOC	UPC	UPF	URL	URV	UVIC	Total
Agricultura	484	506	84	164	5		159	37	13	110		1.562
Biología Molecular, Celular y Genética	1.232	2.124	98	126	24		170	329	29	273		4.405
Biología Vegetal y Animal, Ecología	623	836	122	75	4		83	79	7	91		1.920
Ciencias y Tecnología de Alimentos	292	384	27	123	6		50	35	7	114	2	1.040
Ciencias y Tecnología de Materiales	201	475	46	7	2		492	1	15	97		1.336
Ciencias de la Computación y Tec. Informática	219	86	138	32	1	6	778	90	35	155	6	1.546
Ciencias de la Tierra	339	693	100	61	1		399	10	13	86	2	1.704
Ciencias Sociales	153	195	22	7		2	21	121	10	43	1	575
Derecho	2	5		1				8				16
Economía	106	96	16	4	1	2	16	194	11	16		462
Filología y Filosofía	118	172	12	7	2	1	8	55	9	16		400
Física y Ciencias del Espacio	915	1.659	126	33	19		1.036	63	27	201	7	4.086
Fisiología y Farmacología	436	837	16	37	3		28	116	11	94	1	1.579
Ganadería y Pesca	521	249	36	75	2		48	33	3	40		1.007
Historia y Arte	57	78	11	4	5		6	44	7	21		233
Ingeniería Civil y Arquitectura	66	62	42	14			275	38	5	22		524
Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática	162	79	16	11		1	472	14	7	52	1	815
Ingeniería Mecánica, Naval y Aeronáutica	16	24	8	7			190	3	1	18		267
Matemáticas	331	336	63	42		1	545	106	3	49	7	1.483
Medicina	2.102	3.868	93	115	45	1	199	409	28	350	2	7.212
Psicología y Ciencias de la Educación	133	239	8	24	3	2	4	21	18	51	1	504
Química	947	2.021	299	105	4		361	65	99	469	1	4.371
Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones	152	69	15	12		1	435	12	5	52	1	754
Tecnología Química	74	102	27	8			209	1	25	55		501
Total	9.681	15.195	1.425	1.094	127	17	5.984	1.884	388	2.475	32	

Dada la procedencia de los datos, los resultados obtenidos en la Tabla III, se aproximan más a las situaciones reales, en el caso de la Física, Química, la Biología Molecular, la Bioquímica, las Ciencias Biológicas relacionadas con los seres humanos y la Medicina Clínica; bien, pero no de forma excelente, en las Ciencias Aplicadas e Ingenierías, Botánica y Veterinaria, Geología, Matemáticas y Psicología y otras Ciencias Sociales relacionadas con la Medicina y la salud; y de forma moderada, en otras Ciencias Sociales, como la Sociología, las Ciencias Políticas, Antropología y Ciencias de la Educación y, en particular, en las Humanidades, de acuerdo con los análisis más recientes respecto de la cobertura de las bases del Web of Science (Moed, 2005).

3.2. Visibilidad e impacto

Los indicadores de impacto basados en citas pueden entenderse como objetivos en el siguiente sentido: reflejan propiedades de los documentos citados, pueden ser replicados y se basan en las prácticas y percepciones de múltiples científicos citantes y no en los criterios de uno solo (van Raan, 2004). Los recuentos de citas pueden concebirse como medidas de «indicios de visibilidad», de «influencia intelectual», «calidad académica» o «impacto» (Moed, 2005) y se usan como herramienta auxiliar en el seguimiento y evaluación de los principales resultados de investigación publicados por universidades, departamentos e investigadores (van Raan, 1999; van Raan, Moed y van Leeuwen, 2007).

En la tabla IV se presentan los agregados calculados para las universidades catalanas en el período 2000-2004. La tabla presenta la producción total, P , que es un indicador inicial del tamaño de la institución y la producción primaria, P_c . A continuación, aparece el número de citas, C , recibidas por la producción total citable, P_c , incluidas las autocitas, y corregidas sin autocitas, C_s , en el período indicado. El porcentaje de autocitas, A_u , de cada universidad aparece anotado en la penúltima columna de la tabla. Las autocitas son un tipo citación especial. Las autocitas de autor, se definen normalmente como aquella en la que el artículo citante y el citado tienen, al menos, un autor en común. También se pueden producir autocitas de revistas y sucede cuando un artículo publicado en una revista es citado por otro en la misma revista. El término se usa también para caracterizar otro tipo de vínculo, por ejemplo, la autocitación institucional, como en este caso, donde el valor se ha calculado a partir de las citas obtenidas por la producción total de cada universidad y calculando las realizadas por autores firmantes de la misma universidad en ese conjunto. Al comparar universidades, parece oportuno realizar este cálculo con y sin autocitas, toda vez que las universidades tienen perfiles de investigación heterogéneos (Tabla III) y existen diferencias notables entre los valores de autocitación en los diferentes campos temáticos, que influyen en los valores de citación agregada, cuando se comparan instituciones en un nivel *meso* como son las universidades (Asknes, 2003; Glänzel, Thijs, Schlemmer, 2004; Thijs, Glänzel, 2006).

Tabla IV
Indicadores bibliométricos básicos de citación de las universidades catalanas.
2000-2004

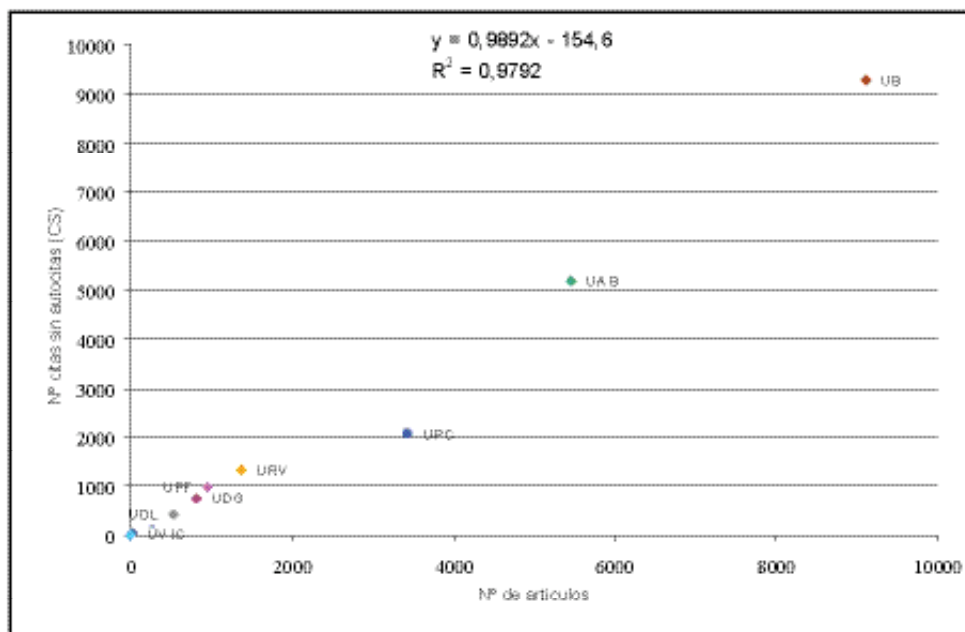
<i>Universidad</i>	<i>P</i>	<i>Pc</i>	<i>C</i>	<i>Cs</i>	<i>C/Pc</i>	<i>Cs/Pc</i>	<i>%Pnc</i>	<i>% Au</i>	<i>Cs/Prof.</i>
Univ. Autónoma de Barcelona	6.325	5.456	9.189	5.179	1,68	0,95	31,59	43,64	3,44
Univ. de Barcelona	10.672	9.104	16.921	9.274	1,86	1,02	27,18	45,19	3,52
Univ. de Gerona	890	821	1.287	745	1,57	0,91	28,62	42,11	1,42
Univ. de Lérida	594	537	631	417	1,18	0,78	31,89	33,91	0,91
Univ. de Vic	26	25	24	21	0,96	0,84	24,44	12,50	0,16
Univ. Internacional Cataluña	89	75	74	51	0,99	0,68	43,84	31,08	0,36
Univ. Oberta Cataluña	12	10	-	-	-	-	-	-	-
Univ. Politécnic de Cataluña	3.605	3.433	3.807	2.075	1,11	0,60	41,99	45,50	1,22
Univ. Pompeu Fabra	1.180	956	1.586	9.90	1,66	1,04	32,10	37,58	1,79
Univ. Ramón Llul	275	247	162	147	0,66	0,60	55,22	9,26	0,36
Univ. Rovira y Virgili	1.530	1.370	2.361	1.342	1,72	0,98	25,19	43,16	2,50
Total	25.198	22.034	36.042	20.241	1,34	0,92	36,33	34,39	2,35

P: Producción total; Pc: Producción primaria; C: Citas recibidas con autocitas; Cs: Citas recibidas sin autocitas; % Pnc: porcentaje de trabajos no citados; % Au: porcentaje de autocitas.

El siguiente indicador es la tasa media de citación incluidas las autocitas, C/Pc , y sin autocitas, Cs/Pc , de la producción primaria. Hasta cierto punto, son un efecto del comportamiento colaborador. En las universidades catalanas, la correlación entre el número de artículos publicados por los autores y el número de citas recibidas, sin contabilizar las autocitas es de $R=0,97$, lo que corrobora que, en este nivel de agregación, las tasas de publicación son un excelente indicador de la obtención de citas (Phelan, 1999). Examinando de forma individual, sin embargo, sólo hay cuatro universidades que tienen una tasa media de citación superior al 0,92. Llama la atención que sean dos universidades creadas recientemente, Pompeu Fabra (1990) y Rovira Virgili (1991), las que obtienen las máximas tasas de citación. Puede ser un indicio que refleje la existencia de una cultura corporativa orientada hacia el logro de mayor visibilidad por sus profesores en sus investigaciones y se fomente como misión institucional.

Los trabajos no citados, Pnc , pueden atribuirse a varios motivos: porque sean irrelevantes, mediocres o ininteligibles; porque, pese a sus méritos, no han sido descubiertos o han sido olvidados, o porque son tan conocidos y han sido citados de forma tan intensa, que se estima innecesario insistir en ello. Además de estos motivos, los porcentajes obtenidos por las universidades, obedecen a otros factores. Las revistas contenidas en las bases fuente del trabajo, incluyen además de los artículos, revisiones y notas, resúmenes de congresos, editoriales, obituarios, cartas y otros tipos marginales que puede suponerse no van a ser citados en gran medida (Garfield, 1998).

Figura 3
Relación producción-citación observada. Universidades catalanas. 2000-2004



Finalmente, muchos de los trabajos han podido publicarse en revistas de bajo impacto tal y como se argumenta en otros trabajos (van Leeuwen et. al., 1999; Moed, 2005). La última columna de la tabla IV refleja la ratio de Cs/profesorado. Sobre un valor medio para los profesores catalanes de 2,35 citas por profesor, de nuevo, UB, UAB y URV, se sitúan a la cabeza. En la figura 3 aparecen las tres universidades más destacadas en términos de citación observada por producción: la Universidad de Barcelona, la Universidad Autónoma y la Universidad Politécnica de Cataluña.

3.3. Colaboración

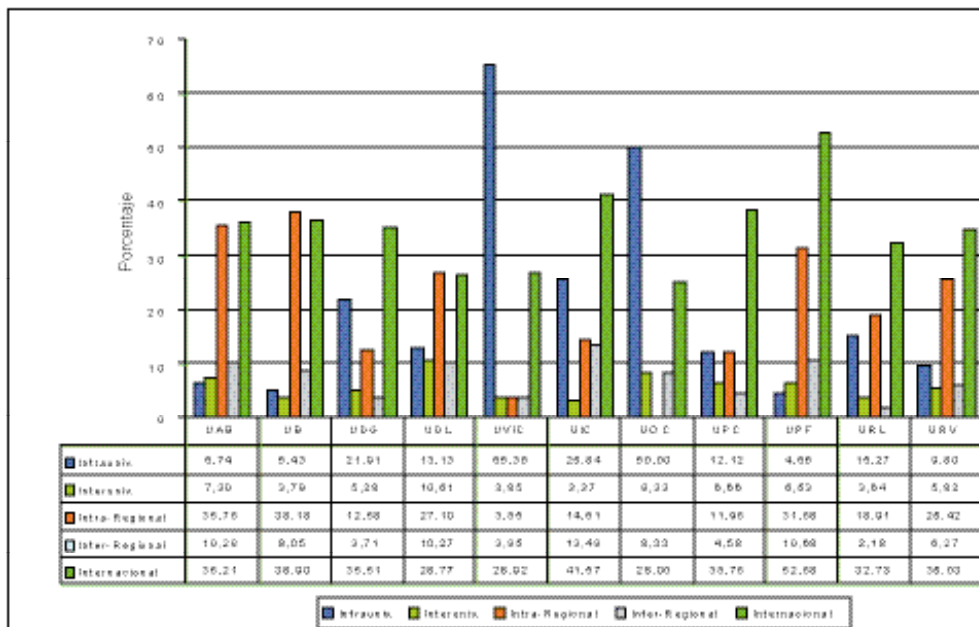
La mayoría de los artículos son fruto de la colaboración (Tabla V). Todas las universidades poseen producciones por encima del 60% de trabajos con coautoría. El índice de coautoría promedio en las universidades catalanas, es de 4,8 y los mayores valores del índice de coautoría los obtienen las universidades UAB (8,4), UB (6,6), UIC (5,6) y UPF (5,5). Sin embargo, hay centros, como la UPF, la URV, la UPC o la UDG, en los que 3 de cada 10 artículos han sido firmados por un único autor, lo que no implica necesariamente que esa circunstancia influya en sus valores que obtienen de citación, al ser todas ellas universidades pequeñas (Rousseau, 2000).

Tabla V
Índice de coautoría y tasas de colaboración

Universidad	Índice coautoría	Producción en col.	Sin colaboración
UAB	8,4	78,12	21,88
UB	6,6	77,53	22,47
UDG	4,0	68,31	31,69
UDL	4,3	76,77	23,23
UVIC	2,8	88,46	11,54
UIC	5,6	87,64	12,36
UOC	3,5	66,67	33,33
UPC	3,9	62,91	37,09
UPF	5,5	82,46	17,54
URL	4,0	62,55	37,45
URV	4,6	69,87	30,13

La Universidad de Vic y la Universidad Oberta tienen los mayores porcentajes de producción con la colaboración de autores que trabajan en otras universidades en Cataluña (Figura 4). La UB (38,18%), la UAB (35,78) y la UPF (31,86%), mantienen unas tasas de colaboración intraregionales muy elevadas y, las dos primeras, centralizan los contactos de colaboración interuniversitaria en la Comunidad atrayendo, en particular, a colaboradores de la UPF (Anexo I).

Figura 4
Tasa de Colaboración Institucional por Universidad. 2000-2004



La colaboración exclusivamente entre investigadores de universidades españolas, es el tipo de colaboración menos frecuente entre los investigadores de las universidades de Cataluña. Existen unos hábitos de colaboración muy extendidos con investigadores españoles de otros centros, incluidas las universidades, entre los investigadores de la Universidad de Barcelona, de la Universidad Autónoma y de la Pompeu Fabra, tal y como ponen de relieve los datos de colaboración intraregional. La universidad líder por su tasa de colaboración internacional, le corresponde a la Universidad Pompeu Fabra, ya que más de la mitad de sus trabajos (52,8%) son cofirmados con autores extranjeros. Sólo tres universidades obtienen porcentajes inferiores al 30% de producción con colaboración internacional: las Universidades de Lérida, de Vic y Oberta.

Respecto a la visibilidad de la producción por tipo de colaboración (Tabla VI), hay que indicar que el Factor de Impacto Tipificado Normalizado (FITN) de la producción con colaboración internacional, es el que obtiene valores más elevados, entre todos los posibles, por tipo de colaboración y un poco superior a la universitaria nacional (1,06), mientras que los trabajos sin colaboración y los originados exclusivamente en universidades obtienen el menor impacto esperado.

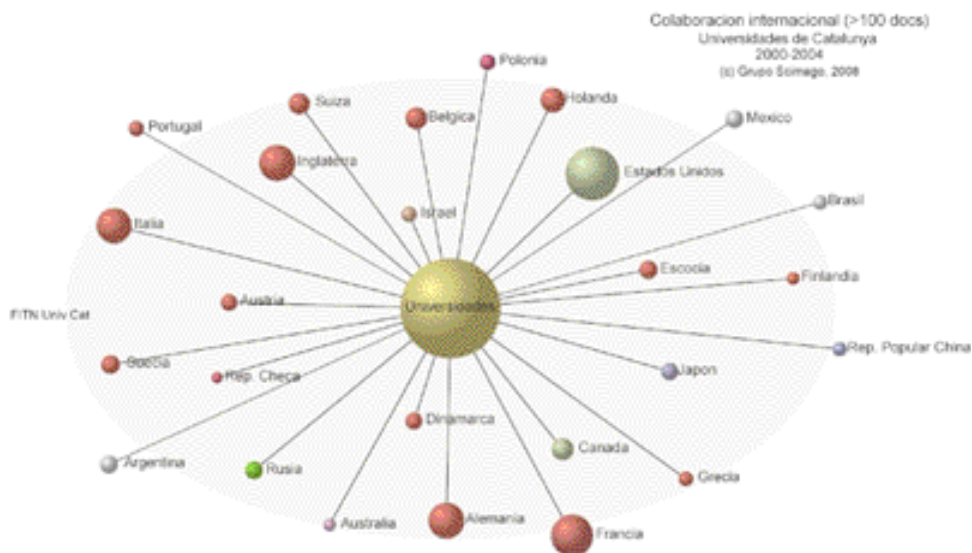
Tabla VI
Impacto esperado de la producción universitaria de Cataluña, por tipos de colaboración y centro

<i>Universidad</i>	<i>FITN</i>					
	<i>Sin colab.</i>	<i>Intra-Univ</i>	<i>Inter-Univ</i>	<i>Intra-Reg.</i>	<i>Inter-Reg.</i>	<i>Internac.</i>
Univ. Autónoma de Barcelona	1,07	1,13	1,09	1,14	1,16	1,15
Univ. de Barcelona	1,09	1,11	1,11	1,14	1,17	1,16
Univ. de Girona	1,02	1,13	1,04	1,07	1,12	1,13
Univ. de Lleida	1,04	1,08	1,04	1,13	1,12	1,13
Univ. de Vic	0,85	0,87	0,57	1,74	0,64	0,96
Univ. Internacional Catalunya	0,82	1,35	0,95	1,18	1,16	1,20
Univ. Oberta Catalunya	0,84	0,85	0,88		0,92	0,90
Univ. Politécnica de Catalunya	1,04	1,09	1,06	1,13	1,10	1,13
Univ. Pompeu Fabra	1,04	1,16	1,07	1,19	1,19	1,22
Univ. Ramón Llul	0,93	0,96	0,93	1,19	1,03	1,07
Univ. Rovira & Virgili	1,13	1,14	1,05	1,12	1,08	1,13

Los vínculos de colaboración internacional se establecen con profesores radicados en países de todos los continentes y destacan por su importancia, volumen e impacto, la establecida con autores de Estados Unidos y Reino Unido. En conjunto, la que se establece con autores de otros países de la Unión Europea (Francia, Alemania, Italia...), es importante por volumen, pero con menor impacto que la colaboración con autores norteamericanos, incluidos los canadienses. Hay que señalar

que la colaboración con autores franceses es importante por volumen, pero no por impacto, mientras que con los investigadores de Portugal, el otro país más próximo desde el punto de vista geográfico, ni es importante por volumen, ni por impacto. Las colaboraciones con los principales países latinoamericanos, Méjico, Brasil y Argentina, se sitúan por debajo del impacto logrado con países de la Unión Europea, reflejo, también de las posiciones periféricas de estos países en el sistema científico mundial. Por eso ocupan las posiciones alejadas del centro en la figura 5, en donde el tamaño del nodo es proporcional al volumen de la producción conjunta entre las universidades catalanas y el país en cuestión, y en donde la distancia del centro, es inversamente proporcional al impacto alcanzado por dicha producción. En otras palabras, cuanto más cercano al centro mayor visibilidad de la producción en colaboración.

Figura 5
Mapa heliocéntrico de colaboración internacional. Universidades de Cataluña. 2000-2004



4. Conclusiones

El incremento significativo en el número de Universidades existentes en Cataluña, públicas y privadas, creadas a partir del inicio de la década de los años noventa del pasado siglo, se ha traducido en la generación de un sistema claramente estratificado atendiendo a los términos que expresan los indicadores empleados en este trabajo. Así, dos de ellas, la Universidad Rovira y Virgili y la Universidad Pompeu Fabra, se han incorporado al grupo de cabeza de aquellas otras que lideran la producción de resultados de investigación en Cataluña: la UB y la UAB. Esas posicio-

nes de cabeza, se deben a la obtención de puntuaciones más elevadas en su conjunto, en los indicadores calculados de producción, productividad por profesor, citación, y FITN de la producción con colaboración internacional.

El caso de la UPC, es singular. Pese a tener el tercer puesto por producción, el índice de productividad de sus profesores es la mitad que el de la universidad líder, la UAB, y las dos terceras partes de la producción que puede ser citada, no obtiene citación alguna. En el primer caso, el motivo puede deberse al método de recuento completo de los trabajos en colaboración que, como es sabido (Persson, Glänzel, Danell, 2004), eleva artificialmente los valores de productividad, en detrimento de quienes, como los profesores de la UPC, firman casi cuatro de cada diez artículos en solitario.

Las Universidades de Lérida y de Gerona, creadas ambas en 1991, tienen datos de actividad, y productividad por profesor, similares. Sin embargo, los de colaboración difieren, con mayor colaboración internacional en la UDG, que en la UDL, donde 3 de cada 10 artículos se firman con colegas que trabajan en otras universidades catalanas, con valores similares de visibilidad en sus trabajos en colaboración.

Las universidades privadas catalanas son las que tienen menor actividad de difusión de resultados de investigación, con valores mínimos en productividad, citas por profesor y los porcentajes más elevados de producción no citada y su fundamento radica en el menor peso del profesorado con el título de doctor con el que cuentan las universidades privadas.

El sistema universitario catalán, se caracteriza por la coexistencia de universidades de muy diferente calidad, orientación y misión, sin que exista un perfil definido en las propias universidades derivado de sus actividades de investigación. Pese a la dificultad de extraer conclusiones a partir de estos indicadores, con los datos expuestos, unas universidades pueden considerarse aparentemente mejores o peores, siendo las orientaciones y misiones muy distintas entre unas y otras. ¿Va a mantenerse así en el futuro? Para ilustrarlo, podría preguntarse, si es mejor, desde el punto de vista de Cataluña y de sus responsables políticos, pero también en el resto de España, tener universidades regionales centradas en tareas universitarias docentes y concentrar las unidades e investigadores con proyección internacional en algunas universidades o centros concretos de investigación. O por el contrario, continuar con esta situación mixta. Las universidades son organizaciones complejas, fundamentalmente por la diversidad de las funciones que poseen. Y en este trabajo no se han reflejado más resultados, que los derivados de la difusión internacional de resultados de investigación y no otros, como por ejemplo, su contribución al desarrollo económico regional.

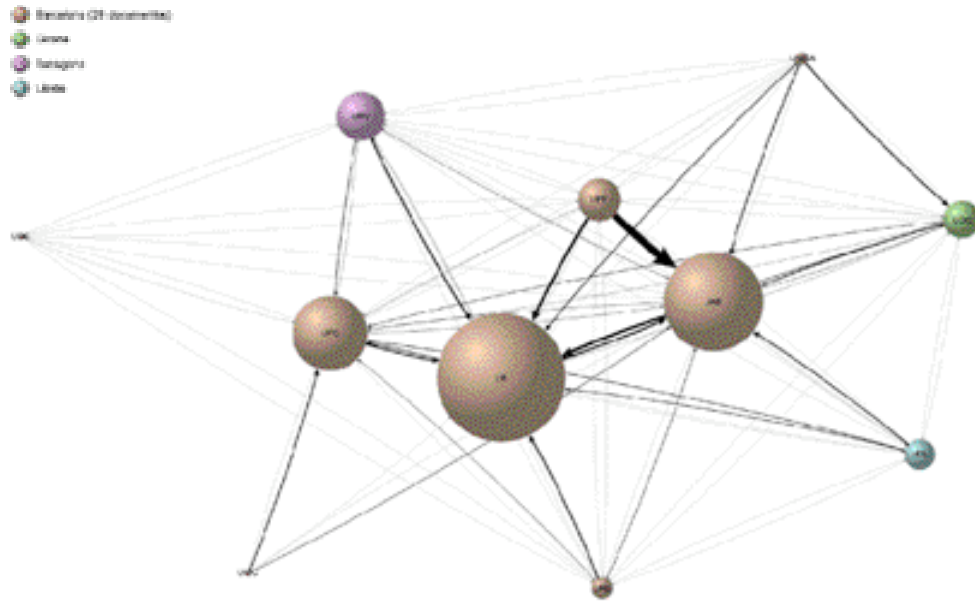
5. Bibliografía

- Alonso-Arroyo, A.; Pulgarín, A.; Gil-Leiva, I. (2005). Estudio cuantitativo de la colaboración científica en la Universidad Politécnica de Valencia, España. *Information Research*, 11 (1) paper 245 <<http://InformationR.net/ir/11-1/paper245.html>> [Consulta 6/12/2007].
- Alonso-Arroyo, A.; Pulgarín, A.; Gil-Leiva, I. (2006). Análisis bibliométricos de la producción científica de la Universidad Politécnica de Valencia. 1973-2000. *Revista Española de Documentación Científica*, vol. 29 (3), 345-363.
- Asknes, D. W. (2003). A macro study of self citation. *Scientometrics*, vol. 56 (2), 235-246.
- Barragán, M.R.; Guerrero Bote, V.; Moya Anegón, F. (2006). Proyección Internacional de la investigación de Extremadura. (1990-2002). *Revista Española de Documentación Científica*, vol. 29 (4), 525-550.
- Bordons, M.; Fernández, M.T.; Gómez, I. (2002). Advantages and limitations in the use of impact factor measures for the assessment of research performance in a peripheral country. *Scientometrics*, vol. 53, (2), 195-206.
- Braun, T.; Glänzel, W.; Schubert, A. (1985). *Scientometric Indicators: A 32-Country Comparative Evaluation of Publishing Performance and Citation Impact*. Philadelphia; World Scientific, p. 423
- Cami, J. (2004). *Dinámica de intercitación y cocitación entre las universidades españolas: análisis bibliométrico de los documentos citados producidos en las universidades y de los documentos citantes en el período 1994-2000, a partir de las bases de datos National Citation Report del ISI*. Madrid; Dirección General de Universidades, p. 42.
- Camí, J.; Coma, L.; Rovira, L.; Espluga, X. (2002). *Publicaciones científicas de las 10 universidades radicadas en Cataluña. Estudio bibliométrico de los documentos indexados por las bases de datos del ISI a lo largo de 18 años (1981-98). Informe final (Ayuda EA-7103)*. Madrid; Dirección General de Universidades, p. 28. <http://www.prbb.org/bac/CAT-UNIV/MEC2001.pdf> [Consulta 6/12/2007].
- Campanario, J. M.; Cabos, W.; Hidalgo, M.A. (1998). El impacto de la producción científica de la Universidad de Alcalá de Henares. *Revista Española de Documentación Científica*, vol. 21 (4), 402-415.
- Figueres i Artigues, J.M. (2007). L'evaluació de la producció acadèmica de la història de Catalunya. *Coneixement i Societat* (13), 26-55.
- Garfield, E. (1998). I had a dream about uncitedness. *The Scientist* (6 July), 12-14.
- Glänzel, W.; Thijs, B.; Schlemmer, B. (2004). A bibliometric approach to the role of author self-citation in scientific communication. *Scientometrics*, vol. 59, (1), 63-77.
- Gómez, I. et al. (2007^a). *La actividad científica del CSIC a través del Web of Science. Estudio bibliométrico del período 2001-2005*. Madrid, CINDOC, p. 456.
- Gómez, I.; Bordons, M.; Fernández, M.T.; Morillo, F. (2007^b). Structure and research performance of Spanish Universities. En: Torres-Salinas, D. y Moed, H.F. (editores). *Proceedings of ISSI 2007. 11th International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics*. Madrid: CINDOC, 2007, p.335-345.
- Iribarren Maestro, I. (2006). *Producción científica y visibilidad de los investigadores de la Universidad Carlos III en las bases de datos del ISI. 1997-2003*. Madrid, Universidad Carlos III, p. 460.

- Jiménez Contreras, E. (1997). *Universidad de Granada: 1975-1987 la transición científica: un estudio sobre la difusión internacional de la literatura científica granadina*. Granada, Universidad de Granada, p. 381.
- Katz, J.S.; Martin, B.R. (1997). What is research collaboration? *Research Policy*, 26 (1), 1-18.
- Meyer, M.; Bhattacharya, S. (2004). Commonalities and differences between scholarly and technical collaboration. An exploration of co-invention and co-authorship analysis. *Scientometrics*, vol. 61, (3), 443-456.
- Moed, H.F. (2005). *Citation Analysis in research evaluation*. Dordrecht; Springer, p. 346.
- Moya Anegón, F., et al. (2004^a). *Análisis de la excelencia científica en la investigación universitaria española (1998-2002)*. Madrid, Dirección General de Universidades, p. 119.
- Moya Anegón, F.; Chinchilla Rodríguez, Z.; Corera Alvarez, E.; Muñoz Fernández, F.; Navarrete Cortes, J.; Vargas Quesada, B. (2004^b). *Indicadores bibliométricos de la actividad científica española (ISI-Web of Science. 1998-2002)*. Madrid, FECYT, p. 139.
- Moya Anegón, F.; Chinchilla Rodríguez, Z.; Corera Álvarez, E.; Vargas Quesada, B.; Muñoz Fernández, F.; Herrero Solana, V. (2005). Análisis de dominio institucional: la producción científica de la Universidad de Granada (SCI 1991-99). *Revista Española de Documentación Científica*, vol. 28 (2), 170-195.
- Moya Anegón, F.; Chinchilla Rodríguez, Z.; Corera Alvarez, E.; Gómez Crisóstomo, M.R.; González Molina, A.; Muñoz Fernández, F.; Vargas Quesada, B. (2007). *Indicadores bibliométricos de la actividad científica española. (1990-2004)*. Madrid, FECYT, p. 307.
- Navarrete Cortes, J. (2003). *La producción científica de las universidades andaluzas (1991-1999. Un análisis bibliométrico*. Granada, Universidad de Granada.
- Olmeda Gómez, C.; Perianes-Rodríguez, A.; Ovalle-Perandones, M.^a; Gallardo Martín, A. (2006). *La investigación en colaboración de las universidades españolas (2000-2004)*. Madrid, Dirección General de Universidades, p. 422.
- Persson, O.; Glänzel, W.; Danell, R. (2004). Inflationary bibliometric values: the role of scientific collaboration and the need for relative indicators in evaluative studies. *Scientometrics*, vol. 60 (3), 421-432.
- Phelan, T.J. (1999). A compendium of issues for citation analysis. *Scientometrics*, vol. 45, (1), 117-136.
- Pulgarín, A.; González-Calatrava, I.; Escalona-Fernández, I.; Pérez-Pulido, M. (2003). *Estudio bibliométrico de la producción científica y tecnológica de la Universidad de Extremadura: análisis de la difusión alcanzada en bases de datos internacionales. Período 1991-2000*. Cáceres, Universidad de Extremadura, p. 527.
- Ramos, R.; Royuela, V.; Suriñach, J. (2007). An analysis of the determinants in Economics and Business publication by Spanish universities between 1994 and 2004. *Scientometrics*, vol. 71, 117-144.
- Rousseau, R. (2000). Are multi-authored articles cited more than single-authored ones? Are collaborations with authors from other countries more cited than collaborations within the country? A case study. En: Havemann, F.; Roland-Dobler, R.; Kretschmer, H. (eds.), *Proceedings of the second Berlin workshop on scientometrics and informetrics. Collaboration in Science and Technology*. Gesellschaft für Wissenschaftsforschung: Berlin, p. 173-176.

- Ruiz de Osma, E. (2003). *Evaluación de la producción científica del área biomédica de la Universidad de Granada. (1986-1996)*. Granada, Universidad de Granada, p. 388.
- Rovira, Ll.; Cadefau, J.; Duran, M.; Espluga, X.; Jou, D.; Llobet, A.; Senra, P. (2003). *Mapa de Excelencia en Física y Química de las universidades españolas*. Universitat de Girona, Servicio de Publicaciones, p. 142 + CXXXV.
- Rovira Pato, Ll. (2006). *Análisis de la actividad interdisciplinar en base a los documentos ISI de las universidades españolas: estudio de las aplicaciones para su óptima evaluación*. Madrid, Dirección General de Universidades, p. 167.
- Suñén, E.; Mendez-Vasquez, R.; Cami, J. (2006). *Estudi bibliomètric de la producció científica a Catalunya, distribució per àrees temàtiques, centres i sectors institucionals (Catalunya 1996-2004)*. Agència d'Evaluació de Tecnologia i Recerca Mèdica. Barcelona, 2006. <<http://bibliometria.prbb.org/NCRCAT04/>> [Consulta 6/12/2007].
- Surinach i Caralt, J. (2004). *La investigación en ciencias económicas y empresariales en España. Un análisis bibliométrico*. Barcelona, Universidad de Barcelona; Dirección General de Universidades, p.144.
- Thijs, B.; Glänzel, W. (2006). The influence of author self-citations on bibliometric meso-indicators. The case of European universities. *Scientometrics*, vol. 66 (1), 77-80.
- Van Leeuwen, T.N.; Moed, H.F.; Tijssen, R.J.W.; Visser, M.S.; Van Raan, A.F.J. (2001). Languages biases in the coverage of the Science Citation Index and its consequences for international comparisons of national research performance. *Scientometrics*, vol. 51 (1), 335-346.
- Van Raan, A.F.J. (1999). Advanced bibliometric methods for the evaluation of universities. *Scientometrics*, vol. 45, (3), 417-423.
- Van Raan, A.F.J. (2004). Measuring science. Capita selecta of current main issues. En: Moed, H.F.; Glänzel, W.; Schmoch, U. (eds.), *Handbook of quantitative science and technology research*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, p. 19-50.
- Van Raan, A.F.J.; Moed, H.F.; Van Leeuwen, T.N. (2007). *Scoping study on the use of bibliometric analysis to measure the quality of research in UK higher education institutions*. Leiden; Centre for Science and Technology Studies, p. 131.

Anexo 1
Mapa de colaboración asimétrica interuniversitaria.
Universidades de Cataluña. 2000-2004



Los nodos están agrupados por la similitud en las relaciones de la red entre los distintos centros universitarios. El tono de cada esfera o nodo, refleja la provincia de Cataluña en la que se ubica cada universidad. El volumen de las esferas viene dado por el volumen de producción en colaboración. El grosor de los enlaces que unen a los actores muestra la intensidad de la relación entre las distintas universidades. La existencia de colaboración entre dos universidades no implica necesariamente reciprocidad en la intensidad de la misma. Para determinar esa intensidad se han realizado enlaces dirigidos que representan el grado de disparidad de reciprocidad. Así, la dependencia colaboradora institucional con los diferentes socios será mayor cuanto más grueso y oscuro se presente el enlace saliente.