
ESTUDIOS / RESEARCH STUDIES

Indicadores bibliométricos para el análisis de la actividad de una institución multidisciplinar: el CSIC

Borja González-Albo*, Luz Moreno*, Fernanda Morillo*, María Bordons*

Resumen: Este artículo ofrece una visión general de la actividad investigadora del CSIC en el contexto de España a través del estudio de su producción científica en la base de datos Web of Science, complementada con ICYT e ISOC, durante el período 2004-2009. Las ocho áreas científico-técnicas en las que se organizan los centros del CSIC difieren en la orientación nacional o internacional de su investigación, su carácter básico o aplicado, la incidencia de la colaboración, y el tamaño de los grupos de investigación; todo lo cual influye sobre las prácticas de publicación y citación imperantes en cada área, y sobre su productividad derivada de WoS. Se señala la importancia de conocer las especificidades de las distintas áreas para plantear e interpretar adecuadamente los resultados de los estudios de evaluación de la actividad científica.

Palabras clave: Indicadores bibliométricos, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), evaluación científica, áreas científicas, análisis institucional, Web of Science (WoS).

Bibliometric indicators for the analysis of the research performance of a multidisciplinary institution: CSIC

Abstract: *An overview is provided of CSIC's research performance in the context of Spain, through a study of its scholarly production in the Web of Science database, complemented with ICYT and ISOC, during the period 2004-2009. The eight scientific and technical areas in which CSIC's centers are organised differ as to their national or international research orientation, their basic or applied nature, the degree of their collaboration and the size of their research teams; all of which influences each area's publication and citation practices as well as its WoS-based productivity. The specific features of the different areas must be thoroughly understood in order to expound on and interpret properly the results of studies dealing with research evaluation.*

Keywords: *Bibliometric indicators, Spanish National Research Council (CSIC), research evaluation, scientific areas, institutional assessment, Web of Science (WoS).*

* Instituto de Estudios Documentales sobre Ciencia y Tecnología (IEDCYT), Centro de Ciencias Humanas y Sociales (CCHS), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Madrid.
Correo-e: borja.gonzalezalbo@cchs.csic.es; luz.moreno@cchs.csic.es; fernanda.morillo@cchs.csic.es; maria.bordons@cchs.csic.es.

Recibido: 06-04-2011; 2.ª versión: 29-06-2011; aceptado: 23-07-2011.

1. Introducción

El creciente coste de la investigación y el carácter limitado de los recursos económicos que pueden destinarse a la misma ha fomentado en las últimas décadas la implantación de prácticas de evaluación científica en los países más desarrollados. En este contexto, los indicadores bibliométricos desempeñan un papel esencial, ya que complementan el juicio de expertos, facilitando su toma de decisiones y aportando objetividad a las evaluaciones. La mayor parte de los compendios sobre indicadores de ciencia y tecnología incluyen en la actualidad una sección con indicadores bibliométricos (ver por ej., National Science Board 2010, OST 2010) para analizar la situación de la investigación en países y regiones, ya que estos permiten detectar sus perfiles temáticos de actividad, identificar fortalezas, analizar la colaboración existente y estudiar tendencias en el tiempo. No obstante, los análisis bibliométricos no sólo se aplican a nivel macro (países), sino que también pueden aplicarse al estudio de menores unidades de agregación, como son las disciplinas o centros (meso) o incluso los grupos de investigación (micro). Su aplicación a nivel institucional es especialmente relevante, porque las instituciones pueden efectuar un seguimiento de su actividad a través de estos indicadores y, además, cuentan con información adicional sobre las inversiones y otro tipo de resultados de la investigación, que permiten analizar la actividad investigadora en sus distintas dimensiones.

El presente artículo analiza la actividad científica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), que constituye el principal organismo público de investigación en España. Esta institución, que cuenta con implantación nacional, desarrolla investigación en todos los campos del saber y abarca tanto la investigación básica como los desarrollos tecnológicos más avanzados. Está compuesto por 7 centros y 128 institutos —de los cuales 77 son propios y 51 son mixtos—, estructurados en ocho grandes áreas científico técnicas, emplea a 13.500 personas —de las cuales 4.000 son investigadores (30%)—, y gestiona un presupuesto anual de 858,7 millones de euros (CSIC, 2010).

El CSIC ha experimentado distintas reformas a lo largo de su existencia. En 2007, se convierte en una Agencia Estatal adscrita al Ministerio de Ciencia e Innovación, con el fin de flexibilizar su gestión y cumplir así más fácilmente con su objetivo de promover y realizar investigación científica y técnica e impulsar y contribuir al desarrollo económico, social y cultural del país. Esto ha supuesto la elaboración de planes de actuación cuatrienales y la creciente implantación de una «cultura de la evaluación» en sus centros.

En los últimos años, el CSIC ha sido objeto de múltiples estudios que analizan sus resultados científicos y tecnológicos desde diferentes puntos de vista. Desde una perspectiva bibliométrica, hay que citar los estudios realizados anualmente por el grupo ACUTE, que analizan la producción científica de la institución a partir de las bases de datos internacionales y españolas (véase por ejemplo, Gómez y otros, 2010). También hay que resaltar el estudio elaborado a partir de los National Science Indicators (NSI) (Bordons y González-Albo, 2008), así como

diferentes artículos científicos que analizan aspectos concretos de la actividad investigadora del CSIC, como la colaboración científica (De Filippo y otros, 2008), la actividad científica a nivel micro en determinadas áreas (Costas y otros, 2010; Costas y otros, 2009); estudios de género (Mauleon y otros 2008) o el análisis de su producción tecnológica a través de patentes (Romero de Pablo y Azagra Caro 2009). Por otro lado, hay que mencionar las memorias elaboradas por el propio CSIC, que proporcionan datos estadísticos sobre instalaciones científicas, recursos materiales, económicos y humanos, así como datos agregados sobre producción científica y tecnológica (véase como ejemplo CSIC, 2010).

La producción científica de organismos homólogos al CSIC en otros países europeos también ha sido objeto de diversos estudios en la literatura, como los realizados sobre el CNR italiano (Bonaccorsi y Daraio 2003; Tuzi, 2005) o el CNRS francés (Jensen y otros, 2009).

2. Objetivos

El objetivo del presente artículo es doble: *a*) ofrecer una visión general de la actividad investigadora del CSIC en el contexto del país a través del estudio de su producción científica en la base de datos Web of Science, complementada con ICYT e ISOC, durante el período 2004-2009; *b*) mostrar las diferencias existentes en el comportamiento de las distintas áreas temáticas del CSIC, en lo que a sus prácticas de publicación y citación se refiere, partiendo del análisis anterior e incorporando datos procedentes de la Memoria de la institución. La organización de los centros del CSIC en ocho áreas científico-técnicas proporciona un marco muy adecuado para el estudio de las especificidades de cada área, que es importante conocer para el correcto planteamiento de los estudios de evaluación de la actividad científica.

3. Metodología

3.1. Fuentes de información

En este estudio se ha analizado la producción científica del CSIC en la base de datos multidisciplinar *Web of Science* (WoS), complementada con las bases de datos ICYT e ISOC y tomando algunos datos relativos a recursos humanos y económicos, así como otros resultados de investigación del CSIC de la Memoria de la institución en 2006 (año intermedio del período analizado) (CSIC, 2007).

La base de datos Web of Science, elaborada por Thomson Reuters, recoge más de 10.000 revistas del ámbito internacional, mayoritariamente en lengua inglesa. Esta base cubre mejor la investigación de interés internacional que la de alcance local o nacional; presenta mejor cobertura de la investigación básica que de la aplicada; y recoge fundamentalmente artículos de revista, por considerar

que es la principal vía de difusión del conocimiento. A pesar de sus sesgos (ver por ej. Archambault y otros, 2006) permite proporcionar una visión de la producción científica de un país en su vertiente más internacional y obtener tanto indicadores de actividad como de impacto.

A partir de la producción de España, descargada vía web (febrero 2010) mediante la estrategia «Spain» en el campo «address» y año de publicación entre 2004 y 2009, se identificó la producción del CSIC. Para ello, se cuenta con un sistema semiautomático de codificación de instituciones que permite seleccionar toda la producción firmada por la organización y cada uno de sus institutos. Se descargaron todos los tipos documentales, aunque para determinados análisis, se muestran los resultados relativos a los llamados «ítems citables» (aquí denominados «artículos»), que incluyen artículos originales, *proceedings papers*, notas y revisiones¹.

3.2. Indicadores bibliométricos

Los estudios bibliométricos generalmente contemplan el uso de diversos indicadores absolutos y relativos para obtener información complementaria sobre distintos aspectos de la producción científica (Van Raan, 2004). En este estudio se emplean indicadores absolutos de actividad e impacto, y se construyen indicadores relativos para comparar la actividad de CSIC con la correspondiente al total del país en las distintas áreas o disciplinas.

a) *Indicadores de actividad*

Se cuantifica la actividad de los centros y áreas del CSIC a través del *número de publicaciones* recogidas en WoS durante el período en estudio. La producción se distribuye por disciplinas y áreas en función de sus revistas de publicación. El *índice de actividad* (IA) de la institución en un área o disciplina es el cociente entre el porcentaje de documentos que la institución dedica a un área y el porcentaje que dedica el total del país. Valores superiores a la unidad indican la especialización del CSIC en las áreas temáticas correspondientes.

b) *Indicadores de impacto*

Los *indicadores de impacto esperado* están basados en el factor de impacto de las revistas de publicación. Se calcula el factor de impacto medio (FI) de los documentos en cada disciplina y el porcentaje de artículos en revistas situadas

¹ Hay que señalar que la tipología documental «proceedings paper» fue introducida por la base de datos en 2008, para designar y reclasificar aquellos artículos previamente presentados en un congreso. En años anteriores estos documentos se incluían en la tipología «artículo». A partir de marzo de 2011 estos documentos se designan con ambas tipologías: artículo y proceeding paper.

en el primer cuartil de cada disciplina (Q1) (en la relación en orden descendente de factor de impacto). El factor de impacto es un indicador del prestigio de las revistas de publicación (Garfield, 2005) (JCR, 2006).

Los *indicadores de impacto observado* están basados en las citas recibidas por los documentos. El uso de las citas como indicador de impacto de la investigación se basa en que la citación de un documento supone un reconocimiento de su interés y utilidad para la construcción de nuevo conocimiento. Aunque los indicadores basados en citas tienen ciertas limitaciones ampliamente descritas en la literatura (ver por ej. Garfield, 2005; Moed, 2005), hoy se acepta su uso como indicador de la repercusión de una investigación sobre la comunidad científica. En este estudio se han calculado las citas con una ventana de citación variable, es decir, que se cuantifican las citas recibidas por las publicaciones WoS del CSIC durante el período comprendido entre la fecha de publicación y la fecha de descarga (febrero de 2010). Los indicadores utilizados incluyen el número medio de citas por documento y el porcentaje de documentos no citados.

Se han calculado además los siguientes indicadores relativos:

- Factor de impacto relativo (FIR), que compara el FI del CSIC con respecto al obtenido por el conjunto de la producción española en una determinada disciplina o área.
- Índice relativo de citación, que es el número medio de citas por documento del CSIC dividido entre el número medio de citas por documento de España en una disciplina o área temática.
- Índice relativo de no citación, calculado como el cociente entre el porcentaje de documentos no citados del CSIC y el correspondiente porcentaje de España.

c) *Nivel de la investigación*

El *carácter básico o aplicado* de la investigación se valora a través del «nivel de investigación» de las revistas de publicación (descrito originalmente por CHI Research Inc, ver Noma 1986, actualizado en 2007) que oscila entre 1 (áreas más aplicadas) y 4 (áreas más básicas). Este nivel se calcula para las revistas recogidas en el Science Citation Index (SCI) y aquellas con cobertura total en el Social Sciences Citation Index (SSCI), pero no incluye Arts & Humanities Citation Index (AHCI).

d) *Colaboración científica*

El estudio de la *colaboración científica* se realiza a través del número de autores por documento, número de centros por documento, y tasas de colaboración, que cuantifican la colaboración entre autores y centros, y describen su orientación nacional y/o internacional.

3.3. Otras cuestiones metodológicas

Las bases de datos utilizadas presentan la ventaja de la inclusión del lugar de trabajo de todos los autores. Sin embargo, dicha información no está normalizada, por lo que se ha realizado una codificación semiautomática de cada uno de los centros de investigación españoles, como fase previa al cálculo de los indicadores bibliométricos.

La delimitación temática utilizada en el estudio de WoS se basa en la clasificación de revistas en subcampos o disciplinas científicas (disciplinas WoS) elaborada por *Thomson Reuters* (edición de 2010), en la que cada revista puede aparecer clasificada hasta en seis disciplinas diferentes. Asimismo, las disciplinas se han agrupado en diez áreas temáticas que se muestran en el capítulo de resultados.

Se utilizó el sistema de recuento total, que mide participación, y según el cual se asigna cada documento completo a todas y cada una de las instituciones firmantes del mismo. En la sección denominada «Productividad», se ha calculado también la producción de cada área mediante recuento fraccionado, que mide contribución, para explorar posibles diferencias entre ambos tipos de recuento. En el recuento fraccionado se mide la contribución de cada institución a un documento, de forma que si un documento está firmado, por ejemplo, por tres centros, dos del CSIC y uno de la universidad, se contabilizará como 0,66 (2/3) para el CSIC y 0,33 (1/3) para la universidad.

Los resultados de este artículo se organizan de la siguiente manera. En primer lugar, se ofrecen datos generales de la actividad científica del CSIC y se incluyen indicadores de actividad e impacto en las diez áreas WoS y su comparación con el comportamiento medio de España. En segundo lugar, se muestran las diferencias en las prácticas de publicación y citación de las ocho áreas científico-técnicas en las que se organizan los centros del CSIC. Se proporciona un perfil de actividad para cada área, que puede ser utilizado como referencia del comportamiento de los distintos centros e institutos que la componen.

4. Resultados

4.1. El CSIC: una visión general

Durante el período 2004-2009 la producción científica del CSIC en la base *Web of Science* ascendió a 44.733 documentos (41.571 artículos), lo que representa el 17% de la producción científica del país visible internacionalmente en estos años. El CSIC es el tercer sector institucional de mayor producción en España, detrás de la Universidad (60% de los documentos) y del Sector Sanitario (26%) (Gómez y otros, 2009).

El CSIC agrupa distintos tipos de centros que incluyen los centros propios (67% de los documentos), los centros mixtos —principalmente con la universi-

dad— (31%) y las unidades asociadas (7%). Asimismo, el CSIC participa en diversas corporaciones (como por ejemplo, en el Instituto de Estudios Espaciales de Cataluña a través del Instituto de Ciencias del Espacio del CSIC) que contribuyen al 3% de la producción de la institución.

En cuanto a la distribución geográfica de las publicaciones hay que señalar que tienden a concentrarse en determinadas regiones, en especial en la Comunidad de Madrid (42%), donde se localizan un mayor número de centros del CSIC, aunque algunas regiones muestran alta actividad relativa con un pequeño número de centros (por ejemplo, Aragón o Baleares).

El CSIC tiene una tasa de colaboración superior a la media de España (76% vs. 66%), pero lo más destacado es su alta tasa de colaboración internacional (47% de sus documentos incluyen algún centro extranjero, frente al 37% de los correspondientes al total del país). No obstante, este dato puede estar ligado a la especialización temática de la institución, por lo que lo más adecuado es su análisis por áreas temáticas (ver sección 4.2).

Para obtener una visión general de la actividad del CSIC en el contexto del país, se muestra en la tabla I la caracterización de su producción por áreas WoS (basadas en la agrupación de disciplinas), obteniéndose una serie de indicadores absolutos y relativos de actividad y visibilidad. En la tabla I se describe la actividad del CSIC (columna A), la actividad del total de España (columna B) y, finalmente, se incluyen indicadores que describen la actividad del CSIC en relación con el perfil medio del país (columna C).

En lo que se refiere a la actividad del CSIC, el mayor número de documentos se publica en las áreas de Física (29%), Agricultura/Biología/Medioambiente (28%), Biomedicina (22%) y Química (22%), en las que el CSIC muestra cierta especialización, ya que el porcentaje que dedica a cada una de ellas es superior al que dedica el total del país ($IA > 1$). Por el contrario, la institución muestra escasa especialización o actividad relativa en Matemáticas, Ciencias Sociales y Medicina Clínica. Es interesante observar que el CSIC aporta cerca del 30% de la producción española en Agricultura/Biología/Medio Ambiente y en Física, mientras que contribuye con menos del 6% a otras áreas como Medicina Clínica, Ciencias Sociales y Matemáticas (ver % contribución CSIC en tabla I).

Como aproximación a la calidad de la investigación del CSIC, se analiza el prestigio de sus revistas de publicación (a través del factor de impacto de las revistas) y el impacto de sus documentos (a través de las citas recibidas). Se observa que el CSIC publica en revistas de mayor factor de impacto que el promedio del país (FIR igual o superior a 1) en todas las áreas, siendo especialmente destacables los valores obtenidos en Multidisciplinar (FIR = 1,78), Matemáticas (FIR = 1,58), Ciencias Sociales (FIR = 1,37) e Ingeniería/Tecnología (FIR = 1,32). El CSIC publica el 60% de sus documentos en revistas de alto factor de impacto (primer cuartil de cada disciplina) frente al 45% descrito para el total de España. A lo largo del período el porcentaje de documentos del CSIC en revistas del primer cuartil se incrementa desde el 57% en 2004 hasta el 63% en 2009.

TABLA I
Actividad e impacto del CSIC por áreas WoS: indicadores absolutos y relativos (artículos) (WoS 2004-2009)

Áreas WoS	CSIC (A)							España (B)							Indicadores relativos CSIC/ España (C)				
	Nº art.	% art.	FI 2006	Citas/art.	% art. sin citas	% art. Q1	Nivel	Nº art.	% art.	FI 2006	Citas/art.	% art. sin citas	% art. Q1	Nivel	IA	FIR	Citas rel.	Índ. rel. no citac.	% contrib. CSIC
Agric., Biol., Med. ambiente	11.581	27,86	2.170	6,78	21,56	58,01	3,08	38.628	18,40	1.936	5,57	26,18	51,96	2,92	1,51	1,12	1,22	0,82	29,98
Biomedicina	9.331	22,45	4.179	10,00	15,76	61,27	3,67	42.658	20,32	3.494	8,51	19,23	50,39	3,30	1,10	1,20	1,18	0,82	21,87
Ciencias Sociales	767	1,85	1.671	5,11	34,81	53,19	2,78	13.835	6,59	1.218	2,67	48,87	23,27	1,97	0,28	1,37	1,91	0,71	5,54
Física	12.225	29,41	3.063	9,11	20,81	66,21	3,61	37.315	17,78	2.730	7,34	23,32	61,76	3,55	1,65	1,12	1,24	0,89	32,76
Humanidades	413	0,99	—	0,49	83,78	—	—	3.879	1,85	—	0,51	85,72	—	—	0,54	—	0,96	0,98	10,65
Ing., Tecnología	7.747	18,64	2.160	5,71	26,84	62,36	2,55	43.045	20,51	1.635	4,27	33,74	47,31	2,28	0,91	1,32	1,34	0,80	18,00
Matemáticas	384	0,92	1.329	5,20	33,85	49,74	3,10	11.593	5,52	0.842	2,74	39,94	29,53	3,02	0,17	1,58	1,90	0,85	3,31
Medicina Clínica	2.560	6,16	3.684	8,90	19,14	62,62	2,65	43.833	20,88	2.979	7,66	28,25	39,06	2,10	0,30	1,24	1,16	0,68	5,84
Multidisciplinar	468	1,13	13.885	28,91	14,10	85,04	3,70	1.939	0,92	7.822	18,64	29,40	53,27	3,39	1,23	1,77	1,55	0,48	24,14
Química	8.984	21,61	3.226	7,97	18,59	66,81	3,41	33.264	15,85	2.977	7,73	19,03	62,76	3,38	1,36	1,08	1,03	0,98	27,01

Nota: los porcentajes de artículos por áreas se han calculado sobre el número total real de artículos. El sumatorio es superior al total real porque hay documentos asignados a más de un área debido a la multi-asignación de revistas en disciplinas

Por lo que respecta a las citas recibidas, el CSIC obtiene un valor medio de citas por artículo igual o superior al correspondiente al total del país en todas las áreas, excepto en Humanidades, siendo especialmente llamativa esta diferencia en Matemáticas, Ciencias Sociales (aunque con baja actividad relativa comparado con el total de España) y Multidisciplinar (citas relativas > 1,5).

En cuanto al porcentaje de artículos sin citas del CSIC, oscila entre el 84% de Humanidades hasta el 14% de Multidisciplinar. En todas las áreas el Consejo obtiene menores tasas de no citación que el promedio de España. Destaca el bajo porcentaje de artículos del CSIC sin citas en las revistas del conjunto Multidisciplinar comparado con España (14% *vs.* 29%), aunque su número de documentos es reducido. De igual forma, hay que resaltar el bajo porcentaje de documentos no citados del CSIC en las áreas de Ciencias Sociales y Medicina Clínica (14 y 9 puntos porcentuales, respectivamente, por debajo del correspondiente porcentaje de España).

La publicación en revistas del área «Multidisciplinar» tiene un significado especial, ya que aquí se incluyen revistas de amplia cobertura temática, entre las que se encuentran las prestigiosas *Nature* y *Science*, que cuentan con una amplia audiencia y altas tasas de rechazo de originales. Hay que destacar que el CSIC ha publicado 142 artículos en *Nature* y *Science*, lo que representa el 46% de la producción total de España en estas revistas (aunque la institución sólo representa el 17% de los documentos en el total de la base de datos). La publicación en estas revistas y el alto número de citas recibidas es un indicador de la capacidad de los investigadores para producir investigación de calidad en temas punteros de relevancia internacional.

En conjunto, la investigación del CSIC es más básica que la realizada por el conjunto del país, como se deduce de su mayor porcentaje de documentos en revistas de nivel de investigación 3 y 4 (83% en el caso del CSIC *vs.* 69% en España)². Observamos en la tabla I que estas diferencias no se explican sólo por un distinto perfil temático de investigación (mayor actividad relativa en áreas más básicas), sino que dentro de cada una de las áreas mostradas en la tabla I el CSIC tiende a mostrar un nivel más básico de investigación que España.

4.2. El CSIC: singularidad de sus áreas científico-técnicas

Los centros del CSIC están agrupados en ocho áreas científico-técnicas en función de sus temas de investigación. Las áreas con mayor número de publicaciones son: Biología y Biomedicina (20%), Ciencia y Tecnologías Físicas (18%), Ciencia y Tecnología de Materiales (18%) y Recursos Naturales (16%). Las áreas con menor producción son Ciencia y Tecnologías Químicas (13%), Ciencias Agrarias (8%); Ciencia y Tecnología de Alimentos (6%), y Humanidades y Ciencias Sociales (3%) (tabla II).

² No se consideran en este cálculo las revistas sin nivel asignado (26% de los documentos de España y 14% de los documentos del CSIC —incluye documentos de AHCI cuyas revistas no tienen nivel de investigación—).

TABLA II

Número de documentos en WoS, ICYT e ISOC por áreas científico-técnicas CSIC (2004-2009)

Código área	Área CSIC	Número de institutos (2006) ¹	Número documentos WoS	Número documentos ICYT	Número documentos ISOC	% doc. WoS en revistas españolas en español
1	Hum. CC. Sociales	18	1.198	40	1.186	63,02
2	Biol. Biomedicina	20	8.737	131	5	0,80
3	Rec. Naturales	19	7.350	889	145	3,01
4	CC. Agrarias	12	3.535	397	20	0,42
5	CC. Tec. Físicas	21	8.062	158	21	0,32
6	CC. Tec. Materiales	10	7.855	478	9	3,95
7	CC. Tec. Alimentos	5	2.521	244	8	2,82
8	CC. Tec. Químicas	11	6.051	91	7	0,38
	Total	116	44.733	2.392	1.615	3,61

Nota: existe cierto solapamiento entre las distintas bases de datos, por lo que la producción total de cada área es algo inferior a la suma de las columnas WoS, ICYT e ISOC. A modo orientativo se puede señalar que el 9% de las revistas ISOC y el 12% de las revistas ICYT utilizadas por los investigadores del CSIC estaban incluidas también en WoS.

¹ Datos obtenidos de la Memoria 2006 (CSIC, 2006).

Cada área CSIC posee características propias en lo que se refiere al tipo de investigación que realiza, su organización y tipos de resultados. La orientación nacional o internacional de la investigación, su carácter básico o aplicado, la incidencia de la colaboración —y en particular, de la colaboración internacional—; y el tamaño de los grupos de investigación, son algunos aspectos que varían según los campos científicos, tal y como se muestra a continuación. Estas diferencias aconsejan el análisis por separado de las áreas, lo que también resulta útil con fines de gestión de la investigación en la institución.

a) Orientación nacional/internacional

Los investigadores de las áreas con una mayor orientación internacional (ciencias experimentales, ciencias naturales) tienden a publicar sus documentos en revistas internacionales, mejor recogidas en la base de datos WoS que las revistas con una orientación más local. Hay que señalar el caso de las ciencias sociales y, sobre todo, de las humanidades, cuya investigación se caracteriza por un elevado uso de revistas nacionales, escritas en la lengua local y con frecuencia no bien cubiertas por la base de datos WoS. Así, nuestros datos muestran que la producción de los investigadores de Hum. CC. Sociales del CSIC se reparte a partes iguales entre la internacional WoS y la española ISOC, mientras que en

las restantes áreas la aportación de las bases de datos españolas ICYT e ISOC es mucho más reducida. No obstante, hay que tener en cuenta que en los últimos años ha mejorado la cobertura WoS de las llamadas «revistas regionales», denominación bajo la que *Thomson* incluye las revistas de alcance más local y que afecta sobre todo a las ciencias sociales y humanidades, por lo que la aportación exclusiva de ISOC tenderá a reducirse en los próximos años.

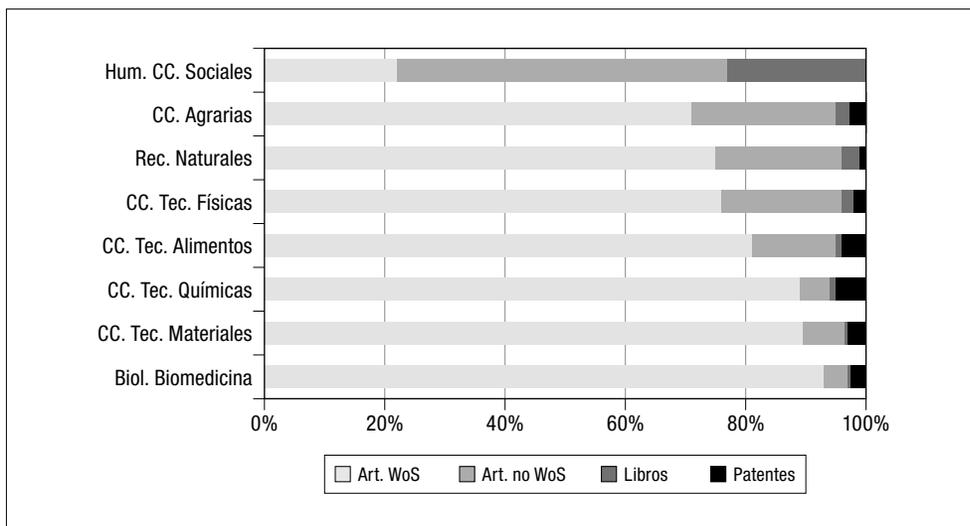
Por otro lado, en el contexto de WoS, el uso de revistas editadas en España y escritas en español también puede considerarse un indicador de la «orientación nacional» de la investigación. En este sentido, hay que señalar que el 63% de las publicaciones WoS de los investigadores del área de Hum. CC. Sociales tienen esta orientación, la cual está presente en menos del 4% de los documentos de las restantes áreas (tabla II).

b) Difusión de la investigación

Se observan diferencias entre áreas en los tipos documentales utilizados de forma preferente para difundir la investigación. A través de la Memoria CSIC 2006 se ha analizado la contribución de los distintos tipos de *output* por áreas: artículos en revistas WoS, artículos en revistas no-WoS, libros/monografías y patentes, mostrándose los resultados en la figura 1. Hay que señalar que este análisis tiene sólo carácter orientativo, ya que algunos tipos de resultados no se han contabilizado (por ej., los informes técnicos), y además se ha dado igual peso a todos

FIGURA 1

Producción científica de las áreas científico-técnicas según la Memoria CSIC 2006



los tipos de contribución, sin ponderar los libros por encima de los artículos, como con frecuencia se hace en los estudios de evaluación de actividad científica (ver por ejemplo Aknes y Sivertsen, 2009).

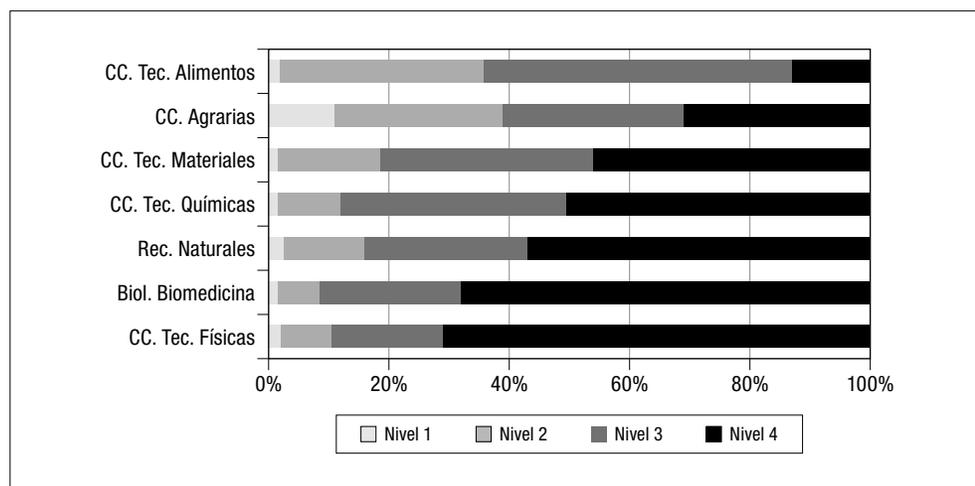
Las diferencias en el tipo de resultado predominante según las áreas son muy llamativas. Así, los artículos en revistas WoS, objeto principal de este estudio, representan alrededor del 90% de la producción total en las áreas de Biol. Biomedicina, CC. Tec. Químicas y CC. Tec. Materiales; y entre el 70% y el 80% en CC. Tec. Alimentos, CC. Tec. Físicas, Rec. Naturales y CC. Agrarias. Sin embargo, este mismo tipo de documento sólo representa algo más del 20% de la producción de Hum. CC. Sociales, área en la cual los libros y monografías y los artículos en revistas no WoS constituyen gran parte de la producción (22% y 56% respectivamente).

c) *Carácter básico/aplicado*

La investigación en CC. Tec. Alimentos y CC. Agrarias muestra un carácter más aplicado, atendiendo a sus revistas de publicación, que la desarrollada en las restantes áreas. Así, más del 35% de sus artículos se publican en revistas de nivel 1 y 2, que suponen cerca del 20% en CC. Tec. Materiales y menos del 10% en Biol. Biomedicina. Las áreas que muestran un carácter más básico en su investigación son Biol. Biomedicina, CC. Tec. Físicas y CC. Tec. Químicas, en las que casi el 90% de sus documentos aparecen en revistas de nivel 3 o 4 (figura 2).

FIGURA 2

Nivel de investigación de las publicaciones de las distintas áreas científico-técnicas del CSIC (WoS 2004-2009)



Nota: No se muestra el área Hum. CC. Sociales porque las revistas de la base de datos AHCI y muchas del SSCI carecen de nivel de investigación asignado.

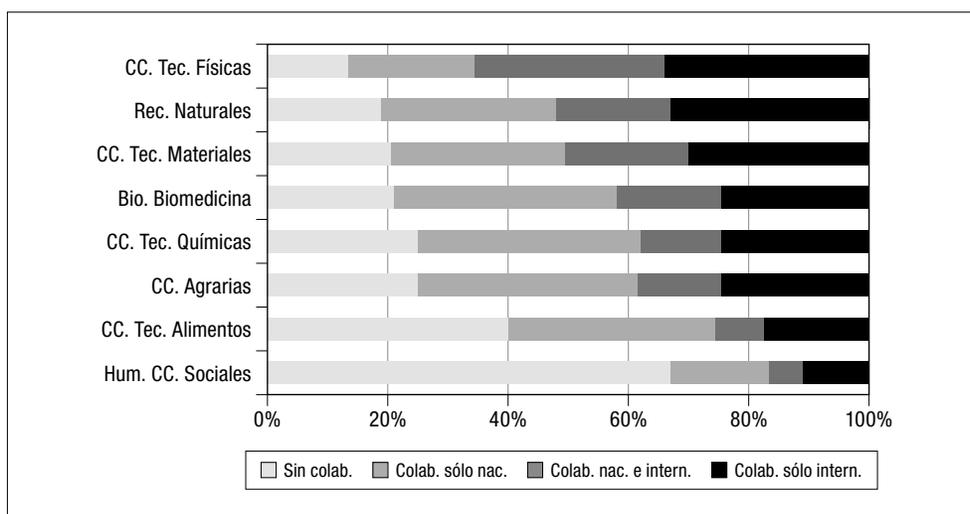
d) *Colaboración científica*

Se observan notables diferencias entre áreas en la tendencia de sus investigadores a colaborar y en el tipo de colaboración predominante en cada caso (figura 3). Considerando la colaboración entre centros, observamos que el área de Hum. CC. Sociales tiene la menor tasa de colaboración (66% de los documentos con un solo centro —«sin colaboración» en figura 3—), mientras que CC. Tec. Físicas se sitúan en el otro extremo de la escala, con un 86% de documentos realizados entre dos o más centros.

La tasa de colaboración nacional se sitúa entre el 22% de las Hum. CC. Sociales y el 55% de Biol. Biomedicina. Por su parte, la colaboración internacional alcanza sus máximos valores en el área de CC. Tec. Físicas, en la que un 65% de los documentos cuentan con este tipo de cooperación, lo que se explica por su carácter básico (Frame, 1979; Katz y Martin, 1977) y la presencia de «*big science*». Esta tasa es similar a la descrita para el total de España en el área (Gómez y otros, 2009). Las menores tasas de colaboración internacional correspondieron a Hum. CC. Sociales (16%) y CC. Tec. Alimentos (25%), áreas con una actividad mucho más circunscrita al territorio nacional, y en el caso de Hum. CC. Sociales, con diferentes hábitos de comportamiento (Gómez y otros, 1995).

FIGURA 3

Patrón de colaboración del CSIC en las distintas áreas científico-técnicas (WoS 2004-2009)



e) *Tamaño de los grupos de investigación*

El número de autores por documento orienta sobre el tamaño de los grupos de investigación en las distintas áreas. En Hum. CC. Sociales todavía predomina

el trabajo en solitario, y más del 58% de sus documentos están realizados por un único investigador, mientras que apenas existen aquí documentos publicados por más de 6 autores. Así, el número medio de autores oscila entre 2, en Humanidades/Ciencias Sociales, y 54 en Cienc. Tecnol. Físicas (tabla III). Este último valor es sorprendentemente alto, lo que se explica porque la media del número de autores o centros/documento puede verse muy influida por los valores atípicos, y en el caso de CC. Tec. Físicas existen algunos documentos con más de 2.000 autores, lo que influye de forma importante sobre la media. Por esta razón, es interesante analizar también la mediana de las distribuciones. Observamos que la mediana del número de autores/documento es 4 o 5 autores en todas las áreas excepto en Hum. CC. Sociales, donde es 1 autor/documento. En lo que respecta al número de centros por documento, su mediana es también de 1 en el caso del área anterior, mientras que oscila entre 2 y 3 centros en las restantes áreas.

TABLA III

Número medio de autores y centros por áreas científico-técnicas del CSIC (WoS 2004-2009)

Área CSIC	Número de documentos	Número de autores/ documento $\bar{X} \pm DE$ (med.)	Número de centros/ documento $\bar{X} \pm DE$ (med.)
Hum. CC. Sociales	1.198	2,07 \pm 2,04 (1)	1,68 \pm 1,59 (1)
Biol. Biomedicina	8.737	6,24 \pm 6,29 (5)	3,09 \pm 2,97 (3)
Rec. Naturales	7.350	4,74 \pm 3,72 (4)	2,92 \pm 2,31 (2)
CC. Agrarias	3.535	4,99 \pm 2,53 (5)	2,50 \pm 1,58 (2)
CC. Tec. Físicas	8.062	54,43 \pm 164 (5)	10,85 \pm 22,93 (3)
CC. Tec. Materiales	7.855	5,16 \pm 2,43 (5)	2,74 \pm 1,54 (2)
CC. Tec. Alimentos	2.521	4,84 \pm 5,46 (4)	2,22 \pm 5,14 (2)
CC. Tec. Químicas	6.051	5,23 \pm 2,48 (5)	2,42 \pm 1,40 (2)
Total	44.733	14,05 \pm 72,20 (5)	4,16 \pm 10,48 (2)

Nota: Datos expresados como media \pm desviación estándar (mediana).

f) Citas y factor de impacto

Las diferencias en los hábitos de citación de las distintas áreas se ponen de manifiesto en la tabla IV. Para cada área científico-técnica se muestra el número de artículos (Narts), varios indicadores de impacto esperado (factor de impacto medio y % artículos en revistas del primer cuartil), y diversos indicadores de impacto observado (número de citas/artículo, % artículos sin citas y HCP). Se ha denominado «documentos altamente citados» (*highly cited papers*, HCP) al 1% de documentos más citados dentro de cada área.

Los datos muestran que las mayores tasas de citación se producen en Biol. Biomedicina (11,4 citas/art.), seguida por CC. Tec. Físicas (10,35 citas/art.). También son estas áreas las que sobresalen por el factor de impacto medio de sus revistas de publicación. No obstante, no es adecuado comparar tasas de citación de distintas disciplinas debido a las diferencias en sus hábitos de citación. En lo que se refiere a los HCP, las áreas anteriores son también las que presentan el mayor umbral (numero de citas exigidas para ser HCP), ya que un trabajo requiere al menos 90 citas en CC. Tec. Físicas y 85 en Biol. Biomedicina para formar parte de los «más citados». El área de CC. Tec. Físicas muestra también otras singularidades, como es la mayor concentración de citas en el núcleo de los HCP, de forma que los 79 trabajos más citados concentran el 27% de las citas recibidas por artículos del área; y el hecho de contar con los valores atípicos más extremos (artículos con más de 3.000 citas) (tabla IV). Este comportamiento se explica en parte por la alta internacionalidad de la investigación en Física, campo en el que se observa elevada colaboración internacional, alto número de autores e instituciones participantes y, en muchos casos, investigación realizada en el contexto de laboratorios internacionales («*big science*»).

TABLA IV

Indicadores de impacto de la producción del CSIC por áreas científico-técnicas (WoS 2004-2009)

Área CSIC	Nº arts.	% arts. Q1	FI medio	Citas/art.			HCP*		
				Nº citas/art.	Mín.-Máx.	% arts. sin citas	Umbral HCP	Nº arts. HCP	% citas área
Hum. CC. Sociales	716	22,63	1,330	1,79	0-44	61,87	29	7	18,77
Biol. Biomedicina	7.547	65,77	4,994	11,37	0-535	15,18	85	75	13,62
Rec. Naturales	6.957	52,95	2,317	6,88	0-459	21,89	52	71	14,99
CC. Agrarias	3.347	52,08	2,029	6,35	0-128	23,04	50	34	11,69
CC. Tec. Físicas	7.855	68,38	3,546	10,35	0-3.501	21,81	90	79	27,24
CC. Tec. Materiales	7.723	61,57	2,759	6,83	0-570	22,85	57	81	16,34
CC. Tec. Alimentos	2.441	60,71	2,134	6,48	0-215	21,55	42	24	10,17
CC. Tec. Químicas	5.771	64,32	3,226	8,51	0-294	17,66	63	62	12,54

* 1% de artículos más citados.

Las cifras correspondientes a Hum. CC. Sociales han de interpretarse teniendo en cuenta la menor validez de los indicadores basados en citas recogidas por WoS dentro de las Humanidades, razón por la que *Thomson-Reuters* no calcula el conocido indicador «factor de impacto» para las revistas de estas disciplinas. Los datos de citas e impacto recogidos en la tabla relativos al área se refieren

principalmente a las Ciencias Sociales. Se observa que casi todas las áreas publican más del 50% de sus artículos en revistas del primer cuartil de su disciplina, excepto en Hum. CC. Sociales, donde es frecuente la publicación en revistas españolas escritas en lengua española (63%), que generalmente no están situadas en el primer cuartil.

Las diferencias entre áreas en sus tasas de citación se deben a distintos factores como el grado de cobertura del área por la base de datos WoS, el ritmo de envejecimiento de la literatura y la densidad de citación de cada área. En la menor validez de las citas en ciencias sociales y, especialmente, en humanidades influye el ritmo más lento de envejecimiento de la literatura en dichas disciplinas, su peor cobertura en WoS (que recoge fundamentalmente revistas internacionales, también algunas revistas nacionales, pero no incluye libros), y la no inclusión de las citas procedentes de dicho material (Moed, 2005).

A consecuencia de todo lo anterior, no es recomendable comparar áreas en base a indicadores basados en citas o factor de impacto, a no ser que se normalicen previamente. No obstante, estos indicadores sí son útiles como referencia del comportamiento medio del área, con la que se puede comparar la actividad de los distintos institutos que la componen, aunque un estudio más preciso requeriría descender al análisis de disciplinas.

g) Productividad de las áreas

La tabla V muestra para cada una de las áreas científico-técnicas del CSIC, el número de investigadores y la financiación en 2006 (datos tomados de la Memoria del CSIC en dicho año y que sólo incluyen financiación nacional recibida a través de acciones especiales y proyectos de investigación), junto a la producción media anual, calculada ésta según un recuento total y fraccionado.

La utilización de un recuento total o fraccionado no afecta por igual a todos los centros o áreas. En la tabla V se aprecia cómo el recuento fraccionado reduce la producción en prácticamente todas las áreas (en promedio en un 50%), observándose la menor reducción en Hum. CC. Sociales (-20%), donde la colaboración es muy limitada, y la mayor en CC. Tec. Físicas (-59%), donde es frecuente la presencia de numerosos centros en un mismo documento (última columna tabla V).

En la figura 4 se observa una buena correlación entre el recuento total y fraccionado de la producción de las áreas científico-técnicas (figura 4a) y de los centros del CSIC (figura 4b). La posición más alejada de la línea de regresión corresponde al área de CC.Tecnol.Físicas (figura 4a) y a sus centros (figura 4b), porque son los que muestran una mayor reducción en su producción por recuento fraccionado, debido a la alta colaboración existente en el área. En la figura 4b, podemos ver algunos centros de Hum. CC. Sociales y CC. Tec. Alimentos, por encima de la recta de regresión, porque su baja colaboración conlleva una reducida disminución de su producción a través del recuento fraccionado.

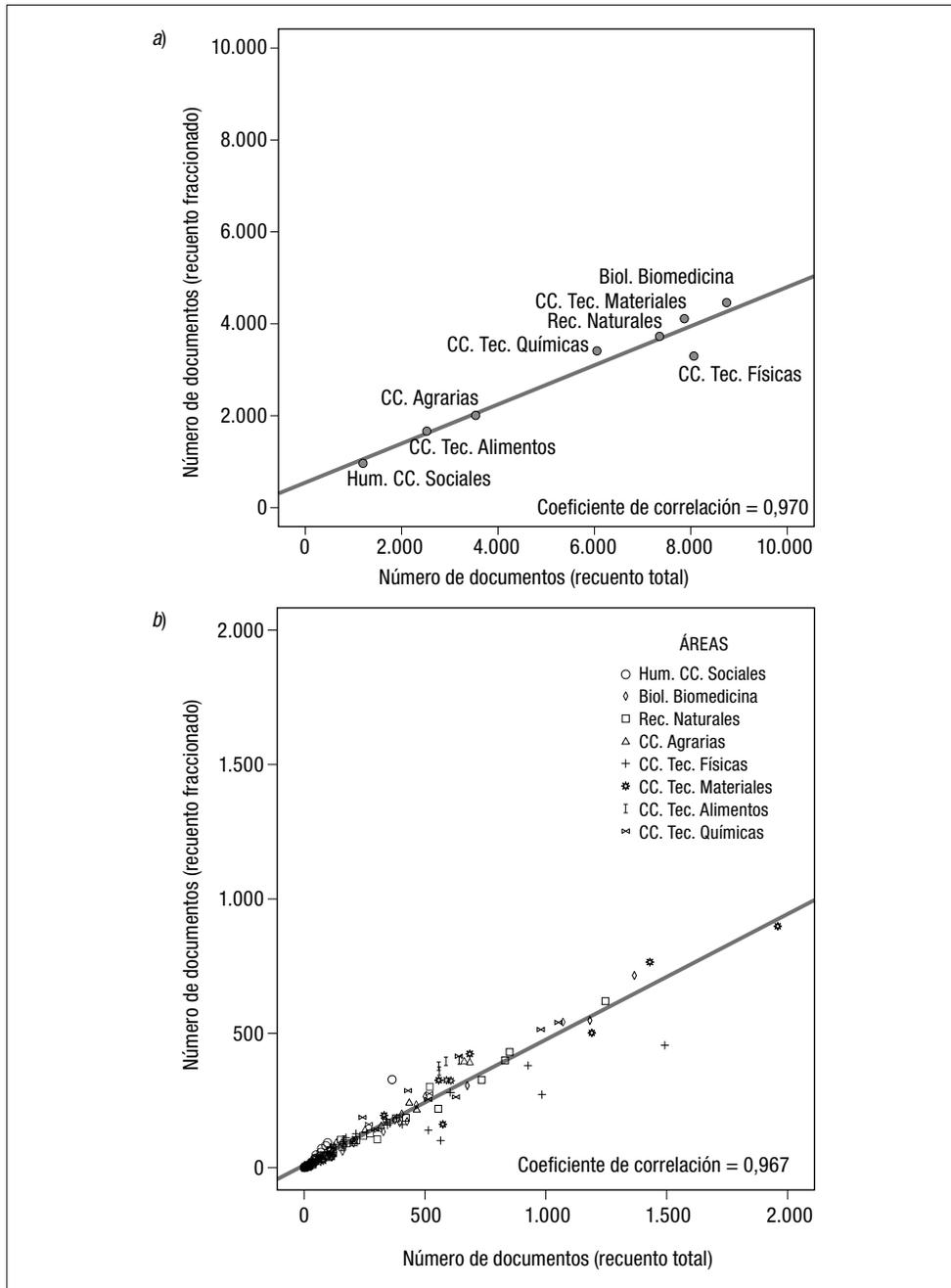
TABLA V
*Producción y productividad de las áreas científico-técnicas del CSIC
 según recuento total y fraccionado*

Áreas CSIC	Nº Inst.	Nº Inv. ^a (2006)	Financ. (×1.000 €) (2006)	Recuento total (media anual)			Recuento fraccionado (media anual)			Reducción rec. fracc. vs. total
				Nº doc. WoS	Produc- tividad	Euros/doc (×1.000)	Nº doc. WoS	Produc- tividad	Euros/doc. (×1.000)	
Hum. CC. Sociales	18	253	7.939	199,67	0,79	39,76	160,63	0,63	49,42	-20%
Biol. Biomedicina	23	413	113.819	1.456,67	3,53	78,14	743,54	1,80	153,08	-49%
Rec. Naturales	21	360	50.182	1.225,00	3,40	40,96	620,93	1,72	80,82	-49%
CC. Agrarias	12	292	33.359	589,17	2,02	56,62	334,44	1,15	99,75	-43%
CC. Tec. Físicas	26	315	49.976	1.343,67	4,27	37,19	548,09	1,74	91,18	-59%
CC. Tec. Materiales	11	362	35.646	1.309,17	3,62	27,23	685,23	1,89	52,02	-48%
CC. Tec. Alimentos	7	186	19.257	420,17	2,26	45,83	277,19	1,49	69,47	-34%
CC. Tec. Químicas	11	311	31.444	1.008,50	3,24	31,18	568,24	1,83	55,34	-44%
Total		2.492	341.622	7.455,50	2,99	45,82	3.626,88	1,46	94,19	-51%

^a N investigadores incluye sólo personal en plantilla, se excluyen contratados y becarios. Fuente: Memoria CSIC 2006.

FIGURA 4

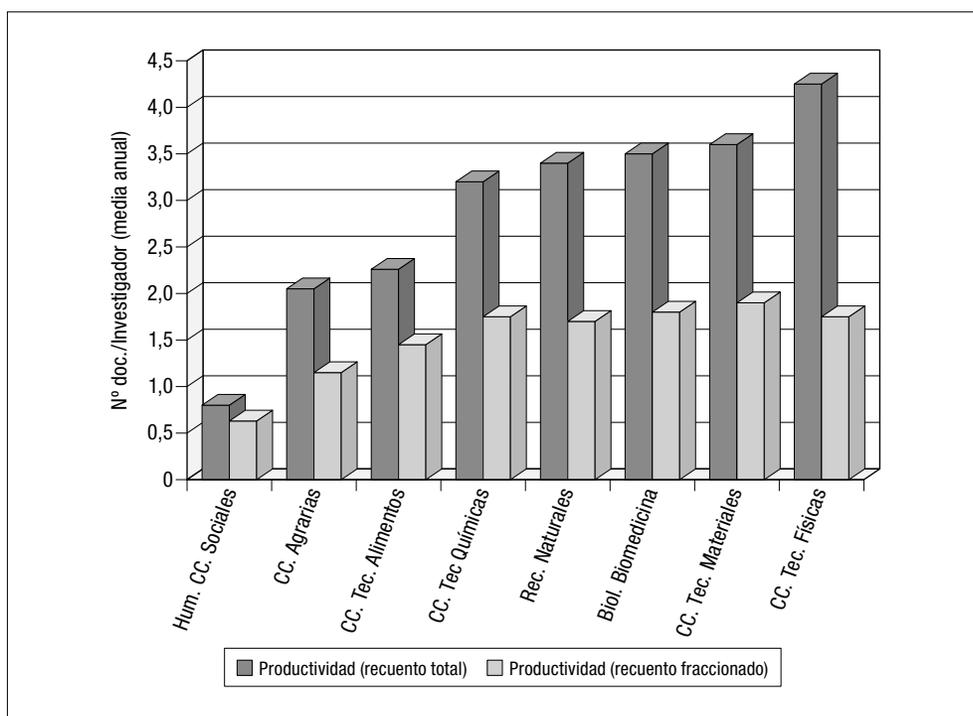
Relación entre recuento total y fraccionado de las áreas científico-técnicas del CSIC (figura 4a) y de los centros del CSIC (figura 4b)



Una aproximación a la productividad de las distintas áreas se puede obtener al relativizar la producción WoS de cada una de ellas respecto a su personal investigador o a los recursos invertidos en investigación. Atendiendo al recuento total, el área de CC. Tec. Físicas es la más productiva (4,27 doc./investigador y año) seguida por CC. Tec. Materiales (3,62), Biol. Biomedicina (3,53) y Rec. Naturales (3,4). La menor productividad corresponde a Hum.CC.Sociales (0,79). A través del recuento fraccionado la diferencia entre la productividad de las distintas áreas se reduce, distinguiéndose por sus menores valores las áreas más aplicadas (CC. Tec. Alimentos y CC. Agrarias) y Hum. CC. Sociales (figura 5).

FIGURA 5

Productividad media de los investigadores del CSIC por áreas científico-técnicas: recuento total vs. fraccionado (WoS 2004-2009)



En la tabla V se muestra también el cociente entre la financiación del año 2006 y la producción científica (media anual del período). Esta relación entre financiación y resultados vía WoS es solo una medida orientativa y poco precisa del coste de la investigación ya que sólo considera financiación a través de proyectos y no incluye otros gastos como son los del personal. Se observan diferencias entre áreas temáticas —en parte debidas a sus distintas necesidades de

equipos e infraestructuras— que varían en función del recuento total o fraccionado de la producción.

5. Discusión y conclusiones

Este estudio muestra la utilidad de los indicadores bibliométricos para obtener una visión general de la investigación que se realiza en una institución e identificar sus áreas de especialización y el impacto de su investigación en los distintos temas. Aunque los indicadores nos permiten descender a analizar la actividad de centros y disciplinas concretas, ese nivel de análisis no se ha abordado aquí porque excede los objetivos de este artículo y los resultados están disponibles en un detallado informe (Gómez y otros, 2010). El objetivo de este artículo es mostrar una visión general de la actividad de una institución multidisciplinar como es el CSIC, haciendo hincapié en las especificidades de las distintas áreas temáticas, que es necesario conocer para plantear e interpretar adecuadamente los estudios de evaluación científica.

El CSIC: una perspectiva global

El estudio pone de manifiesto el importante papel del CSIC en el sistema español de I+D, en el que participa con el 6% del personal investigador (CSIC, 2009), pero con el 17% de las publicaciones científicas del país. Esta alta productividad se ve facilitada por el hecho de que sus investigadores tienen una dedicación exclusiva a la investigación, lo que no ocurre, por ejemplo, con el personal universitario que tienen importantes obligaciones docentes. Este hecho explica también que la productividad media por investigador observada en este estudio sea superior a la descrita en otros trabajos referidos al entorno universitario (ver por ej. Aknes y Silvertsen, 2009).

La producción del CSIC no sólo es importante desde un punto de vista cuantitativo, sino que además su investigación logra situarse en revistas de mayor prestigio que el promedio del país en gran parte de las áreas —medido a través del factor de impacto medio y del porcentaje de documentos en revistas del primer cuartil— y alcanza un mayor impacto medido a través de las citas que reciben sus publicaciones. El alto porcentaje de documentos publicados por la institución en las prestigiosas revistas *Nature* y *Science* es otro indicio de que sus científicos realizan investigación competitiva en áreas punteras de la ciencia.

En nuestro estudio el impacto del CSIC se compara con una referencia nacional (el total del país), pero también es interesante situarlo en un contexto internacional. Según un trabajo previo el impacto del CSIC alcanza el promedio mundial a mediados de los años 90 y lo supera en un 15% en los años más recientes, situándose por encima del promedio de la UE-27 (Bordons y González-Albo, 2008). Asimismo, el porcentaje de documentos del CSIC que son citados con ventanas de cinco años ascendió del 53% en el quinquenio 1981-1985 hasta

el 72% en 2003-2007. Los datos relativos al CSIC muestran una creciente tendencia a publicar en revistas del primer cuartil de cada disciplina, lo que también se ha descrito para el total del país, fomentada por las políticas nacionales e institucionales de evaluación científica (Jiménez-Contreras y otros, 2003), que también se han implantado en otros países como Australia (Butler, 2003), Bélgica (Debackere y Glänzel, 2004) y Noruega (Aknes y Silvertsen, 2009).

A lo largo de las últimas décadas se ha descrito una creciente internacionalización de la ciencia, favorecida por factores cognitivos y económicos, pero también fomentada por distintas medidas de política científica. En el CSIC, la internacionalización es también uno de los objetivos perseguidos por el Plan Estratégico de la institución (CSIC, 2009), con el fin de fomentar el nivel de repercusión e integración internacional de sus centros e institutos. Nuestro estudio revela una alta internacionalización del CSIC comparado con el promedio del país, a lo que puede contribuir el nivel preferentemente básico de su investigación, su captación de fondos de la UE (es la segunda fuente de financiación externa, detrás del Plan Nacional —CSIC, 2009—), pero también su alta actividad en áreas como la Física, donde la colaboración internacional es muy elevada (ver tabla I y figura 3). Por otro lado, hay que mencionar que el CSIC cuenta con algunas grandes instalaciones y participa en la gestión de otras (por ejemplo la Base Antártica Española, el Buque de Investigación Oceanográfica Sarmiento de Gamboa o el Centro Astronómico Calar Alto), que acogen a investigadores de diversos países y favorecen el desarrollo de investigación en colaboración internacional.

La comparación del CSIC con otras instituciones europeas análogas también es interesante para situar a nuestra institución en un contexto más amplio. En este sentido, un estudio previo señala que en la etapa 2003-2007 la producción del CSIC era ligeramente superior a la del CNR italiano, pero 1,3 veces inferior a la de la Sociedad Max Planck alemana y 3,5 veces inferior a la del CNRS francés. El CSIC, al igual que el CNRS y la Max Planck, muestra un impacto superior al promedio de sus respectivos países, de la UE-27 y del mundo, destacando la Sociedad Max Planck por su alto impacto, que es igual o superior al promedio mundial en casi todas las disciplinas (Bordons y González-Albo, 2008).

El CSIC: una perspectiva por áreas

Como punto de partida ha de tenerse en cuenta que la actividad investigadora es multidimensional y que los estudios bibliométricos valoran sólo una dimensión de esta actividad (dimensión científica), ignorando otras como son la docencia, resultados tecnológicos (patentes, asistencia técnica y otros), consultoría y transferencia a la sociedad (Laredo y Mustar, 2000). De lo anterior se deduce la importancia de complementar los indicadores bibliométricos con otro tipo de indicadores en los procesos de evaluación (Martin, 1996).

Una vez comentada la anterior limitación, es importante señalar que existen diferencias entre áreas temáticas en la sensibilidad de los distintos indicadores para captar sus resultados. Este estudio pone de manifiesto las diferencias exis-

tentes entre las ocho áreas científico-técnicas del CSIC en el tipo de investigación que realizan, en sus hábitos de colaboración y en sus prácticas de publicación y citación, que conllevan diferencias en su productividad a través de WoS. Estas diferencias deben de tenerse en cuenta tanto a la hora de establecer la metodología de un estudio bibliométrico (fuentes de datos, tipos documentales a considerar, indicadores) como en la interpretación de sus resultados y aconsejan el análisis por separado de las distintas áreas.

Nuestro estudio pone de manifiesto la distinta cobertura de la base de datos WoS según las áreas, hecho que ha sido señalado repetidamente en la literatura, y que en gran parte viene determinado por la orientación nacional/internacional de las áreas. Así, Moed (2005) distingue entre cobertura excelente (ciencias biológicas, química, física, etc.), buena (geociencias, ingeniería, química aplicada, etc.) y moderada o pobre (ciencias sociales y humanas) (Moed, 2005). Las ciencias sociales y, en especial, las humanas constituyen un caso extremo de baja cobertura en WoS, que se explica por distintos factores, como es su mayor orientación local —comparadas con las ciencias naturales o experimentales—; lo que conlleva un mayor uso de revistas nacionales para la publicación, con frecuencia escritas en lenguas locales y peor cubiertas por bases de datos internacionales como WoS. Asimismo, el carácter fragmentado de las ciencias sociales y humanas, en las que con frecuencia coexisten en el tiempo diversos paradigmas y escuelas de pensamiento, también es un factor que dificulta encontrar un «núcleo» básico de revistas de cada disciplina (Hicks, 1999; Archambault y otros, 2006).

Nuestros datos sobre el grado de cobertura de la producción científica de las distintas áreas científico-técnicas del CSIC en la base de datos WoS coinciden con lo señalado anteriormente, de forma que el área de Hum. CC. Sociales es la que peor cobertura muestra. Aunque algunas disciplinas de las ciencias sociales, como psicología y economía, tienen un comportamiento más cercano a las ciencias experimentales y una mejor cobertura vía WoS (Hicks, 2004), nuestro estudio no ha descendido a explorar estas diferencias.

En definitiva, las áreas con peor cobertura en WoS son aquellas en las que se utiliza para la difusión de la investigación algún tipo de soporte no recogido en la base de datos, como son los artículos en revistas nacionales (no siempre bien cubiertos en WoS), los libros y monografías, que tienen importante peso en ciencias sociales y humanidades (Hicks, 1999; Archambault y otros, 2006), o los informes, importantes en áreas tecnológicas.

Para solventar el problema anterior, los estudios basados en WoS tienden a utilizar fuentes complementarias para el análisis de áreas no bien cubiertas, como son bases de datos internacionales especializadas, bases de datos nacionales o fuentes internas (memorias, bases de datos institucionales) (Archambault, 2008; De Filippo y otros., 2011; Moed, 2005). En el caso de los estudios sobre el CSIC realizados por el grupo ACUTE se consulta la base de datos ISOC para analizar el área de Hum. CC. Sociales e ICYT para el área de Rec. Naturales, con el fin de obtener una visión más completa de la producción de sus investigadores incluyendo su vertiente nacional e internacional. El uso de la base de datos Scopus,

con una mayor cobertura de revistas europeas, es una opción interesante, pero algunos estudios que comparan las bases de datos WoS y Scopus, muestran escasas diferencias en los indicadores bibliométricos y rankings obtenidos con una y otra base de datos, especialmente a nivel meso y macro (véase por ejemplo Torres-Salinas y otros, 2009, Archambault y otros, 2009). Es interesante señalar que el propio CSIC reconoce la riqueza y variedad de resultados de investigación existentes según las áreas, de forma que dentro de la evaluación de sus institutos y centros realizada anualmente para valorar su cumplimiento de objetivos se consideran diversos tipos de resultados y publicaciones, incluyendo no sólo artículos de revista, sino también libros o monografías³ (importantes en el área de Hum. CC. Sociales) o patentes (sobre todo en las áreas más tecnológicas) (CSIC, 2009).

Las diferencias en el tamaño de los grupos y en el patrón de colaboración de las distintas áreas se explican por el tipo de investigación (teórica o experimental), la complejidad de la misma (mono o multidisciplinar), y la necesidad o no de costosas instalaciones. La investigación experimental, aquella que requiere aproximaciones multidisciplinarias o grandes equipos o instalaciones, se beneficia especialmente de la colaboración, y en algunos casos sería impensable su desarrollo sin la misma, que permite compartir recursos materiales, económicos e intelectuales (Katz y Martín, 1997). Estudios previos han mostrado las diferencias de colaboración según las áreas, ya sea en España (Gómez y otros, 1995; Bordons y Gómez, 2000; Moya-Anegón y otros, 2004), como en otros países del mundo (Wuchty y otros, 2007; Larivière y otros, 2006; Glänzel, 2002). La alta colaboración descrita para Física en nuestro estudio se asocia a la denominada *Big Science* o investigación ligada a grandes instalaciones, como la que se realiza en Física de partículas en el CERN suizo.

La distinta incidencia de la colaboración según las áreas es un factor determinante de las diferencias encontradas en el cálculo de la producción por recuento total o fraccionado, de forma que este último reduce la producción del CSIC en cerca del 50%, oscilando esta reducción entre el 20% en Hum. CC. Sociales y el 59% en el área de CC. Tec. Físicas, donde se produce la mayor colaboración entre centros. En lo que respecta a la posición relativa de cada área en orden descendente de producción, el cambio más importante se detecta en Física, que ocupa el segundo lugar en producción por recuento total, detrás de Biol. Biomedicina, y desciende a la quinta posición por recuento fraccionado. A pesar de este hecho, nuestros datos muestran una buena correlación entre la producción total y fraccionada de las distintas áreas (coeficiente de correlación de Pearson = 0,970), empeorando ligeramente la correlación a nivel de centros (coeficiente de correlación = 0,967). Aunque no disponemos de información relativa al nivel de autores individuales, consideramos que a dicho nivel el tipo de recuento utilizado puede ser especialmente influyente y producir cambios sustan-

³ Producción científica ponderada en función de la calidad de las publicaciones (por ejemplo, máximo peso a los documentos publicados en revistas de alto factor de impacto —primer cuartil—).

ciales en la posición relativa de los investigadores. No obstante, la buena correlación observada en los niveles superiores de agregación explica nuestra elección del recuento total para el análisis general de datos.

En este estudio se observan diferencias entre disciplinas en su número medio de citas por artículo o en el factor de impacto medio de sus publicaciones. Es interesante destacar que Biol. Biomedicina y CC. Tec. Físicas, las áreas más básicas, son las que presentan los valores más altos de citas por documento. Sin embargo, es bien conocido que las comparaciones entre disciplinas son inadecuadas debido a las diferencias en sus hábitos de citación. Las diferencias en la densidad de citación de las disciplinas (número de referencias por documento) y en el ritmo de envejecimiento de su literatura (vida media) son los factores determinantes de estas diferencias, que justifican la necesidad de normalizar estos indicadores para poder extraer conclusiones inter-áreas (Van Raan, 2004; Moed, 2005). El tipo de normalización utilizado en nuestro estudio es la comparación de los indicadores basados en citas del CSIC en cada área o disciplina con los correspondientes al total del país. Otros estudios utilizan como unidad de referencia el total del mundo (ver por ej. Van Leeuwen y otros, 2003; Van Raan, 2004). A través del FIR e índice de citas relativo, se observa que las publicaciones del CSIC tienden a situarse en mejores revistas y a recibir más citas que el promedio del país en sus distintas áreas, lo que apoya la calidad de la investigación realizada por la institución, y puede estar influido por algunos factores como es el predominio de la investigación básica en el CSIC (que tiende a recibir más citas) y su alta tasa de colaboración internacional, para la cual se ha descrito un mayor impacto en la literatura (véase por ejemplo, Gazni y Didegah, 2011). Especial mención se puede hacer del alto impacto del CSIC en las áreas Multidisciplinar, Matemáticas y Ciencias Sociales, al menos un 40% por encima de la media del país. La publicación en prestigiosas revistas como *Science*, *Nature* o *PNAS* explica el alto impacto del área multidisciplinar, y se vincula sobre todo a los centros de Biología y Biomedicina, responsables de la mitad de las publicaciones del CSIC en el área multidisciplinar. Publicar en estas revistas es un difícil reto, dado su alto nivel de exigencia (tema puntero, alta originalidad, calidad y relevancia de la investigación) que se traduce en una elevada tasa de rechazo de originales; por lo que los artículos seleccionados alcanzan una alta visibilidad y reconocimiento posterior. En lo que se refiere a las Matemáticas y Ciencias Sociales, son áreas pequeñas en el CSIC, pero cuentan con núcleos de investigadores que desarrollan su actividad con criterios de internacionalidad. Finalmente, es interesante señalar la buena correlación existente entre el factor de impacto y el número de citas/artículo de la producción del CSIC en sus ocho áreas, de lo que deriva el interés de publicar en revistas de alto factor de impacto, que son más visibles y tienden a producir un mayor impacto sobre la comunidad científica.

Aunque en este artículo se calcula la productividad de las áreas, como cociente entre el número de publicaciones y el número de investigadores de cada área, este indicador es una medida muy simple de productividad y debe ser ana-

lizado con cautela (Bonaccorsi y Daraio, 2003). El ratio de publicaciones por investigador sólo tiene en cuenta la producción visible vía WoS, y no considera las características estructurales y organizativas de cada área. No sólo existen distintos hábitos de publicación entre disciplinas, cuyos resultados no están igualmente cubiertos por la base de datos WoS, sino que además no se tienen en cuenta otros factores que afectan a la productividad de los investigadores, algunos de ellos personales o demográficos (edad, categoría profesional, género) y otros institucionales (recursos disponibles) u organizativos (ver por ejemplo, Dundar y Lewis, 1998). Por otro lado, hemos considerado solo personal investigador en plantilla, ignorando al personal contratado o becario, que también contribuye a la investigación, y al personal técnico, que es básico en determinadas áreas experimentales. La diferente incidencia de la colaboración en las distintas áreas es también importante, como demuestra el hecho de que las diferencias por áreas se suavizan al calcular la productividad mediante recuento fraccionado. En definitiva, creemos que las diferencias de productividad por áreas se deben más al tipo de investigación y sus correspondientes hábitos de publicación que a diferencias en la «eficiencia» de los investigadores.

No obstante, el cálculo de la productividad nos permite comparar el presente estudio con otros previos sobre nuestra institución o con los datos correspondientes a otras instituciones homólogas. En lo que se refiere al contexto internacional, un estudio de Coccia (2005) señala que la productividad WoS del CSIC en 2001 (1,93 publicaciones/investigador) era superior a la del CNR italiano (1,32) y el CNRS francés (1,42), aunque inferior a la observada para la Sociedad Max Planck (2,05). No obstante, una vez más hay que tomar estos datos con cautela, dado que, además de las limitaciones antes mencionadas, pueden existir diferencias en el perfil temático de las instituciones que repercutirían sobre los resultados, por lo que el análisis por áreas temáticas sería más apropiado.

Diversos estudios en la literatura ofrecen datos de productividad por áreas temáticas, pero las comparaciones son difíciles por las diferencias en el tipo de población estudiada (total de investigadores, sólo investigadores a jornada completa o sólo investigadores de determinadas categorías), la definición de las áreas temáticas y los distintos contextos institucionales. La productividad media de los investigadores en nuestro trabajo es superior a la descrita en un estudio sobre las universidades italianas que considera nueve áreas de «*hard sciences*» (Abramo y otros, 2011), así como en un trabajo sobre varias universidades noruegas centrado en nueve subcampos de las ciencias naturales y medicina (Aksnes y Silvert, 2009). No obstante, hay que tener en cuenta que en nuestro estudio sólo se incluye el personal en plantilla, y no el contratado, y que los trabajos mencionados se refieren a personal universitario, que solo dedica una fracción de su tiempo a investigar (50% en el caso de las universidades noruegas). Por otro lado, es interesante señalar que en ambos estudios la química muestra la mayor productividad, ya que también en el caso del CSIC, el área de CC. Tec. Químicas muestra alta productividad (1,83), muy similar a la de Biol. Biomedicina (1,80), y solo superada por CC. Tec. Materiales (1,89), no considerada en los dos estudios anteriores.

En el contexto nacional, hay que señalar que se ha producido un incremento destacado de la productividad del CSIC en todas las áreas si se compara con un estudio previo relativo a los años 1984-87 (Méndez y Salvador, 1992). Este hallazgo no nos sorprende, dado que la investigación cada vez es más competitiva en todas las áreas y en nuestro país se fomenta la publicación en revistas internacionales a través de las prácticas de evaluación del personal investigador, tanto a nivel nacional (CNEAI) (Jiménez Conteras y otros, 2003) como en el CSIC (cumplimiento de objetivos y promoción científica) (CSIC, 2009). En cualquier caso, lo importante no es la publicación de un elevado número de documentos (alta productividad) sino la calidad de los mismos y su contribución al avance de la ciencia. Diversos autores señalan que las políticas orientadas a fomentar un alto número de publicaciones tienen el riesgo de inducir mayor productividad, pero con publicaciones de menor calidad (ver por ej., Butler, 2003). En principio, no parece que esto esté ocurriendo en el CSIC, ya que los datos disponibles muestran una tendencia creciente, tanto en el porcentaje de documentos en el primer cuartil observado en este estudio, como en las citas recibidas (Bordons y González-Albo, 2008).

Con respecto a la relación entre financiación y producción científica, los datos mostrados en este estudio aportan una medida orientativa y parcial del coste de la investigación ya que sólo considera la financiación a través de proyectos y no se incluyen otros gastos como son los del personal. Hay que tener en cuenta que las publicaciones no son el único «output» de la investigación y que los proyectos no son el único «input» de la misma, ya que existen otro tipo de ayudas no consideradas aquí (por ejemplo, ayudas para recursos humanos o infraestructuras). Señaladas estas limitaciones, nuestros resultados muestran importantes diferencias por áreas, que en principio esperaríamos estuvieran relacionadas con el nivel de experimentalidad del área, la sofisticación de los equipos necesarios o el coste de los productos utilizados en la investigación. Sin embargo, destaca el alto coste observado en Biología y Biomedicina, que se sitúa incluso por delante de CC. Tec. Físicas, a pesar de las sofisticadas instalaciones que requiere parte de la investigación realizada en esta última área. El hecho de que dichas instalaciones sean compartidas entre países, a través de convenios y acuerdos institucionales cuyo coste no está reflejado en los proyectos, podría ser una explicación. Hay que mencionar que CC. Tec. Físicas y Biología y Biomedicina presentan una productividad (documentos/investigador) por encima de la media de la institución, pero también son las áreas que cuentan con mayor financiación por proyecto (CSIC, 2007), lo que resulta en un alto coste por documento. Más difícil de explicar es el alto coste de los documentos en CC. Agrarias, pero en este hecho puede influir que es el área (exceptuando C. Hum. Soc.) con menor cobertura de sus resultados en WoS (70%). En consecuencia, al no disponer de toda la información relativa a los «inputs» y «outputs» de la investigación en cada área, creemos que hay que analizar estos datos con mucha cautela. Dado el interés y la complejidad del tema, son necesarios estudios específicos que contemplen la investigación en sus diversas facetas.

En definitiva, este estudio señala el importante papel del CSIC en la investigación española analizada a través de sus publicaciones científicas de difusión internacional, y muestra su capacidad para publicar en mejores revistas y recibir más citas que el promedio del país, así como su alta internacionalización medida a través de los vínculos de co-autoría con investigadores de otros países. Finalmente, se ponen de manifiesto las diferencias entre las áreas científico-técnicas del CSIC en su tipo de investigación (carácter básico/aplicado, orientación nacional/internacional, colaboración científica) y en sus prácticas de publicación y citación, que probablemente pueden ser extrapolables al conjunto del país, y que es necesario tener en cuenta en la planificación e interpretación de los estudios de evaluación de la actividad de instituciones multidisciplinarias.

6. Agradecimientos

Este estudio se enmarca en el proyecto intramural CSIC 200410E605. Agradecemos los comentarios de Isabel Gómez Caridad sobre una versión previa de este documento, así como las sugerencias de dos revisores que han contribuido a la elaboración de un mejor artículo. También queremos dar gracias a Raúl García Pérez, traductor jurado e intérprete de inglés, por la revisión de este trabajo en su versión inglesa.

7. Bibliografía

- Abramo, G.; D-Angelo, C. A., y Di Costa, F. (2011). A national-scale cross-time analysis of university research performance. *Scientometrics*, vol. 87 (2), 399-413. DOI: 10.1007/s11192-010-0319-0.
- Aksnes, D. W., y Sivertsen, G. (2009). A macro-study of scientific productivity and publication patterns across all scientific and scholarly disciplines. En: Larsen, B., Leta, J. (editores). *Proceedings of ISSI, 12th International Conference on Scientometrics and Informetrics*, pp. 394-397. Río de Janeiro, Brasil.
- Archambault, É.; Campbell, D.; Gingras, Y., y Larivière, V. (2009). Comparing bibliometric statistics obtained from the web of science and Scopus. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 60 (7): 1320-1326.
- Archambault, E.; Vignola-Gagne, E.; Coté, G.; Lariviere, V., y Gingras, Y. (2006). Benchmarking scientific output in the social sciences and humanities : the limits of existing databases. *Scientometrics*, vol. 68 (3), 329-342.
- Bonaccorsi, A., y Daraio, C. (2003). A Robust Nonparametric Approach to the Analysis of Scientific Productivity. *Research Evaluation*, vol. 12 (1), 47-69.
- Bordons, M., y González-Albo, B. (2008). *La investigación del CSIC a través de sus publicaciones científicas de difusión internacional (1981-2007)*. Madrid: IEDCYT, CCHS, CSIC.
- Bordons, M., y Gómez, I. (2000). Collaboration Networks in Science. En: Cronin, B, Atkins, H. B. (editores). *The Web of Knowledge. A Festschrift in Honor of Eugene Garfield*. ASIS Monograph Series. Information Today, Inc. Medford, NJ, EE.UU.

- Bordons, M.; Sancho, R.; Morillo, F., y Gómez, I. (2010). Perfil de actividad científica de las universidades españolas en cuatro áreas temáticas: un enfoque multifactorial. *Revista Española de Documentación Científica*, vol. 33 (1), 9-33. DOI: 10.3989/redc.2010.1.718
- Butler, L. (2003). Explaining Australia's increased share of ISI publications. The effects of a funding formula based on publications counts. *Research Policy*, vol. 32 (1), 143-155.
- Coccia, M. (2005). A scientometric model for the assessment of scientific research performance within public institutes. *Scientometrics*, vol. 65 (3), 307-321.
- Costas, R.; Van Leeuwen, T. N., y Bordons, M. (2010a). Self-Citations at the Meso and Individual Levels: Effects of Different Calculation Methods. *Scientometrics*, vol. 82 (3), 517-537.
- Costas, R.; van Leeuwen, T. N., y Bordons, M. (2010b). A Bibliometric Classificatory Approach for the Study and Assessment of Research Performance at the Individual Level: the Effects of Age on Productivity and Impact. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 61 (8), 1564-1581.
- CSIC (2007). *Memoria 2006 CSIC*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- CSIC (2009). *Plan Actuación Institucional del CSIC 2010-2013*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- CSIC (2010). *Memoria 2009 CSIC*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Debackere, K., y Glänzel, W. (2004). Using a bibliometric approach to support research policy making: the case of the Flemish BOF-key. *Scientometrics*, vol. 59 (2), 253-276.
- De Filippo, D.; Morillo, F., y Fernández, T. (2008). Indicadores de colaboración científica del CSIC con Latinoamérica en bases de datos internacionales. *Revista Española de Documentación Científica*, vol. 31 (1), 66-84.
- De Filippo, D.; Sanz-Casado, E.; Urbano, C.; Ardanuy, J., y Gómez, I. (2011). El papel de las bases de datos institucionales en el análisis de la actividad científica de las universidades. *Revista Española de Documentación Científica* vol. 34 (2), 165-189.
- Dundar, H., y Lewis, D. R. (1998). Determinants of research productivity in higher education. *Research in Higher Education*, vol. 39 (6), 607-631.
- Frame, J. D.; Carpenter, M. P. (1979). International Research Collaboration. *Social Studies of Science*, vol. 9 (4), 481-497.
- Garfield, E. (2005). The agony and the ecstasy –the history and meaning of the journal impact factor. *International Congress on Peer Review and Biomedical Publication*. Chicago, USA.
- Gazni, A., y Didegah, F. (2011). Investigating different types of research collaboration and citation impact: a case study of Harvard University's publications. *Scientometrics* vol. 87 (2): 251-265.
- Glänzel, W. (2002). Coauthorship patterns and trends in the sciences (1980-1998): A bibliometric study with implications for database indexing and search strategies. *Library Trends* vol. 50 (3), 461-473.
- Gómez, I.; Bordons, M.; Morillo, F.; Moreno, L., y González-Albo, B. (2010). *La actividad científica del CSIC a través del Web of Science. Estudio bibliométrico del período 2004-2009*. Madrid: IEDCYT, CSH, CSIC. <http://hdl.handle.net/10261/32097>.

- Gómez, I.; Fernández, M. T., y Méndez, A. (1995). Collaboration patterns of Spanish publications in different research areas and disciplines. En: Koenig, M. E. D., Bookstein, A. (editores). *Proceedings of the Fifth Biennial Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics*, pp.187-196. Medford: Learned Information. River Forest, USA.
- Hicks, D. (1999). The difficulty of achieving full coverage of international Social Science literature and the bibliometric consequences. *Scientometrics*, vol. 44 (2), 193-216.
- Hicks, D. (2004). The four literatures of Social Science. En: Moed, H., Glänzel, W., Smoch, U. (editores). *Handbook of Quantitative Science and Technology Research*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands
- Jensen, P.; Rouquier, J. B., y Croissant, Y. (2009). Testing Bibliometric Indicators by Their Prediction of Scientists Promotions. *Scientometrics*, vol. 78 (3), 467-479.
- Jiménez-Contreras, E.; De-Moya-Anegón, F., y López-Cózar, E. D. (2003). The evolution of research activity in Spain: The impact of the National Commission for the Evaluation of Research Activity (CNEAI). *Research Policy*, vol. 32 (1), 123-142.
- Journal Citation Reports (2006). *Web of Science. Science Edition & Social Sciences Edition*. <http://portal.isiknowledge.com/>
- Katz, J. S., y Martin, B. R. (1997). What is research collaboration? *Research Policy*, vol. 26 (1), 1-18.
- Larivière, V.; Gingras, Y., y Archambault, E. (2006). Canadian collaboration networks: a comparative analysis of the natural sciences, social sciences and the humanities. *Scientometrics*, vol. 68 (3), 519-533.
- Laredo, P., y Mustar, P. (2000). Laboratory activity profiles: an exploratory approach. *Scientometrics*, vol. 47 (3), 515-539.
- Martin, B. R. (1996). The use of multiple indicators in the assessment of basic research. *Scientometrics*, vol. 36 (3), 343-362.
- Mauleon, E.; Bordons, M., y Oppenheim, C. (2008). The Effect of Gender on Research Staff Success in Life Sciences in the Spanish National Research Council. *Research Evaluation*, vol. 17 (3), 213-225.
- Méndez, A., y Salvador, P. (1992). The application of scientometric indicators to the Spanish Scientific Research Council. *Scientometrics*, vol. 24 (1), 61-78.
- Moed, H. F. (2005). *Citation analysis in research evaluation*. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- Moya-Anegón, F. (dir.) (2005). *Indicadores bibliométricos de la actividad científica española 2004*. Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.
- National Science Board (2010). *Science and Engineering Indicators 2010*. Arlington, VA: National Science Foundation (NSB 10-01).
- Noma, E. (1986). *Subject classification and influence weights for 3000 journals*. Cherry Hill, New Jersey: CHI Research/Computer Horizons, Inc.
- Observatoire des Sciences et des Techniques (2010). *Indicateurs de Sciences et de Technologies 2010*. París: Ed. Economica & OST.
- Rinia E. J.; van Leeuwen, T. N.; van Vuren, H. G., y van Raan, A. F. J. (1998). Comparative analysis of a set of bibliometric indicators and central peer review criteria - Evaluation of condensed matter physics in the Netherlands. *Research Policy*, vol. 27 (1), 95-107.

- Romero de Pablos, A., y Azagra Caro, J. M. (2009). Internationalisation of patents by Public Research Organisations from a historical and an economic perspective. *Scientometrics*, vol. 79 (2), 329-340.
- Torres-Salinas, D.; Lopez-Cózar, E. D., y Jiménez-Contreras, E. (2009). Ranking of departments and researchers within a university using two different databases: Web of science versus Scopus *Scientometrics*, vol. 80 (3): 761-774.
- Tuzi, F. (2005): Useful science is good science: Empirical evidence from the Italian National Research Council. *Technovation*, vol. 25 (5), 505-512.
- Van Leeuwen, T. N.; Visser, M. S.; Moed, H. F.; Nederhof, T. J., y van Raan, A. F. J. (2003). Holy Grail of science policy: Exploring and combining bibliometric tools in search of scientific excellence. *Scientometrics*, vol. 57 (2), 257-280.
- Van Raan, A. F. J. (2004). Measuring science. En: Moed, H., Glänzel, W., Smoch, U. (editores). *Handbook of Quantitative Science and Technology Research*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands.
- Van Raan, A. F. J. (1997). Science as an international enterprise. *Science and Public Policy*, vol. 24 (5), 290-300.
- Wuchty, S.; Jones, B. F.; Uzzi, B. (2007). The increasing dominance of teams in production of knowledge. *Science*, vol. 316 (5827), 103.