

---

ESTUDIOS / RESEARCH STUDIES

---

## Productividad e impacto de los investigadores españoles: umbrales de referencia por áreas científicas

Evaristo Jiménez-Contreras\*, Nicolás Robinson-García\*,  
Álvaro Cabezas-Clavijo\*

**Resumen:** Se presentan umbrales de referencia de producción e impacto científico de la investigación española con visibilidad internacional para las áreas definidas por la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP) en sus convocatorias. Tomando como población los solicitantes de proyectos del Plan Nacional de I+D 2007 ( $n = 3.356$ ) se construyen tablas de referencia por percentiles que funcionan a modo de *benchmarks*, permitiendo efectuar comparaciones entre el comportamiento bibliométrico de un investigador y los registros de referencia en su área científica. Igualmente se ofrecen los datos de producción, impacto y visibilidad promedios para las áreas ANEP, y se discute el proceso de internacionalización de dichas áreas en el período 2000-2006, con una especial atención a las Ciencias Sociales. Finalmente, se sugiere el uso de umbrales de referencia como método de evaluación tanto para agencias financiadoras como para instituciones de investigación en sus procesos selectivos.

**Palabras clave:** Indicadores bibliométricos, umbrales de referencia, benchmarking, ANEP, ciencia, investigación científica, España.

### *Productivity and impact of Spanish researchers: reference thresholds within scientific areas*

**Abstract:** *Reference thresholds for the scientific production and impact of internationally visible Spanish research within the areas defined by the Spanish National Agency for Evaluation and Prospective (ANEP) are presented. These percentile reference tables are constructed from the population of researchers who applied for a project within the 2007 National R&D Plan ( $n = 3.356$ ) and are to be used as benchmarks, permitting comparisons between researchers' bibliometric behavior and mean performance in their respective scientific disciplines. Data relating to mean production, impact and visibility*

---

\* EC3: Evaluación de la Ciencia y la Comunicación Científica, Departamento de Biblioteconomía y Documentación, Universidad de Granada. Correo-e: evaristo@ugr.es; elrobin@ugr.es; acabezasclavijo@gmail.com.

Recibido: 05-01-2011; 2.ª versión: 03-02-2011; aceptado: 04-02-2011.

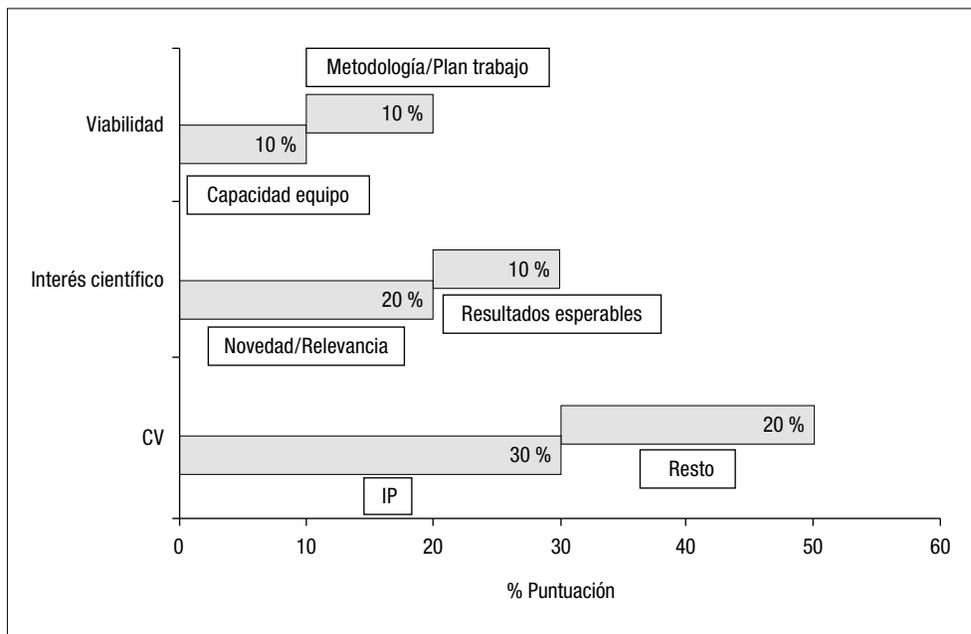
*for each ANEP area is also presented. The internationalization process of these areas between 2000 and 2006 is discussed, with special emphasis on the Social Sciences. Finally, we recommend these reference thresholds be used by funding agencies and research institutions as instruments of evaluation in their selection processes.*

**Keywords:** *Bibliometric indicators, reference thresholds, benchmarking, ANEP, science, scientific research, Spain.*

## 1. Introducción

La creciente importancia de los parámetros bibliométricos en los procesos de promoción universitaria, de asignación de becas o en la concesión de proyectos de investigación han generado en las instituciones la necesidad de contar con indicadores sólidos, ajustados a las diferentes áreas de evaluación, y que permitan la valoración justa de los candidatos en las concurrencias competitivas. A la sombra de la profesionalización de la actividad científica en España, en los últimos 25 años (Sanz-Menéndez, 1997; Cruz-Castro y Sanz-Menéndez, 2007), han aparecido una serie de instituciones encargadas de la gestión de la actividad científica y como parte de ellas, las agencias evaluadoras. Una de las más significativas, la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP) ha ido desarrollando un sistema de evaluación en el que se deslindan y valoran separadamente los aspectos de contenido, presupuestarios y curriculares. Desde su creación en 1986 el método usado para la evaluación de proyectos es el *peer review*; cada proyecto a evaluar se envía a dos revisores expertos, elegidos por el coordinador del área científica, que deben de realizar un informe con la correspondiente puntuación en cada apartado y una calificación final (Gordillo y otros, 2004). Si bien la ANEP realiza evaluaciones para diversas convocatorias tanto del Ministerio de Ciencia e Innovación, como de otros organismos, su actividad más importante es la que concierne las solicitudes del Plan Nacional de I+D (PN). Dicho Plan es la convocatoria más relevante para la mayoría de científicos españoles, que tienen la posibilidad de conseguir financiación por un período de tres años para la ejecución de propuestas científicas. Los criterios en que se basa dicha asignación de proyectos descansan fundamentalmente en la evaluación del currículum vitae del investigador principal (30%) y del resto del equipo investigador (20%) (figura 1). Una sólida experiencia, junto a un buen equipo investigador o una propuesta técnicamente aceptable asegura el éxito en dichas convocatorias selectivas. Para valorar la calidad del curriculum vitae (c.v.), es decir, el valor y repercusión de lo publicado, es muy frecuente recurrir, especialmente en las ciencias exactas y experimentales y cada vez más en las sociales al número de publicaciones internacionales (esto es, las recogidas en ISI Web of Science – WOS) y a los factores de impacto de las mismas, dicho de otra manera, recurrir a los indicadores bibliométricos.

**FIGURA 1**  
**Puntuación para cada uno de los criterios de evaluación ANEP:**  
**Convocatoria 2009**



El recurso a los factores de impacto es habitual en la ciencia española, que ha tomado esta medida prácticamente como criterio único a la hora de incentivar la producción. El establecimiento de un estímulo para la productividad como los sexenios de la CNEAI a finales de los ochenta, tomando como criterio básicamente los estándares de las ciencias puras (junto a otros factores como un marco legal más favorable a la investigación en las universidades públicas) generaron un incremento en la internacionalización de la ciencia española a lo largo de la década de los noventa (Jiménez-Contreras y otros, 2003). Dicho aumento se ha mantenido en esta década debido en gran parte, a la adecuación de los investigadores al patrón de publicación internacional, detectándose además una convergencia con los estándares de citación mundiales en la última etapa, tras años de registros sistemáticamente inferiores a las referencias internacionales (Delgado-López-Cózar y otros, 2009). Del mismo modo el uso de estos criterios ha generado amplias controversias (Camí, 1997; Bordons y otros, 2002; Lawrence, 2002), dado que los factores de impacto de las revistas de publicación no son medidas representativas del impacto individual de los trabajos o de los investigadores que los publican (Seglen, 1997). Esto se debe a las propias limitaciones metodológicas y conceptuales del indicador, como son por ejemplo; una ventana de citación de sólo dos años o una relación asimétrica entre el nú-

mero de citas que reciben los trabajos y el factor de impacto de las revistas donde éstos se publican (van Leeuwen y Moed, 2005). Sin embargo, a pesar de estas limitaciones, agencias, evaluadores y los propios científicos, toman una parte importante de sus decisiones científicas empleando este indicador. La razón última de este éxito (sin olvidar el ahorro de costes) es la asunción de que el factor de impacto, aunque no sea predictivo del impacto concreto que va a alcanzar un artículo, sí que representa la visibilidad, el prestigio y, en suma, las dificultades y controles que ha tenido que superar el autor para ver publicado su trabajo. Dicho de otro modo, el factor de impacto otorga un marchamo de calidad al trabajo que es bastante proporcional al propio impacto de la revista (Garfield, 2003).

A partir de aquí se ha producido una corriente de trabajos de corte empírico que han utilizado los factores de impacto como herramienta de trabajo y valoración (por ejemplo, Alonso-Arroyo y otros, 2006; Buela-Casal y otros, 2004; González-de-Dios y otros, 2009). Paralelamente algunas aportaciones han presentado propuestas o reflexiones de corte metodológico encaminadas, partiendo de los factores de impacto o de las citas reales u observadas, a salvar algunas de sus limitaciones especialmente las relacionadas con las comparaciones inter-categorías (Schubert y Braun, 1996). Por otro lado, se plantea igualmente el problema de resolver el procedimiento de normalización que permita las comparaciones cruzadas entre disciplinas, para lo que se presentan varias posibilidades. Uno de los procedimientos más sencillos son los rankings directos con cargo a uno o varios criterios: producción, financiación, impacto, o cualquier otro (Torres-Salinas y otros, 2009b; Buela-Casal y otros, 2010) con los que hay que tener especial cuidado debido a los múltiples factores metodológicos que inciden en su confección (van Raan, 2005). Otra posibilidad, es la elección de rangos percentiles, de modo que los agregados objeto de evaluación se sitúan en una escala que permite comparaciones inter-categorías (Lewison y otros, 1999; Costas y otros, 2010). Finalmente otra opción es el desarrollo de métodos basados en indicadores de referencia, en lo relativo tanto a producción, como impacto o colaboración, y convenientemente normalizados a fin de posibilitar las comparaciones entre áreas. En este grupo habría que situar el conjunto de indicadores propuesto por el CWTS de Leiden que constituyen una metodología propia para la evaluación de instituciones con propósito de servir a la política científica, y que ha sido aplicada con éxito a diversas instituciones, áreas geográficas e incluso campos temáticos (Moed y otros, 1985; van Raan y van Leeuwen, 2002).

Más allá de las metodologías usadas, en la literatura internacional se encuentran diversos trabajos encaminados a dibujar los perfiles bibliométricos de diferentes agregados. Por ejemplo, se han trazado los perfiles temáticos de instituciones académicas e investigadoras en Gran Bretaña (Carpenter y otros, 1988), México (Macías-Chapula y otros, 2004), o España (Moya-Anegón y otros, 2005; Torres-Salinas y otros, 2009a), así como de institutos de investigación en Europa (Thijs y Glanzel, 2009) en lo referente a análisis meso. Con respecto a la evalua-

ción individual de investigadores, es abundante la literatura que trata de establecer rankings disciplinares en función de criterios como el índice h (Cronin y Meho, 2006; Oppenheim, 2007), o la producción y citas recibidas (Meho y Spurgin, 2005; Jiménez-Contreras y otros, 2006) circunscribiéndonos únicamente al área de *Information Science*. El desarrollo de perfiles bibliométricos a nivel micro usando metodologías más complejas ha sido abordado recientemente en varios trabajos de Abramo y D'Angelo (2011), en el marco de las evaluaciones nacionales, y de Costas y colaboradores (Costas y Bordons, 2005; Costas, 2008; Costas y otros, 2010). En estos últimos trabajos se establecen perfiles o niveles de excelencia diferenciando tres niveles de análisis (producción, impacto y visibilidad) con el objetivo de ubicar a los investigadores en escalas o rango de excelencia o calidad investigadora. Esta metodología «bottom-up» (van Leeuwen, 2007) se caracteriza por la necesidad de tomar mayores precauciones tanto en la recogida de datos como en el procesamiento y desarrollo de los indicadores a usar, dado la alta distorsión que errores en la búsqueda y procesamiento pueden originar en los resultados finales. En general se puede decir que cuanto más cercano a los autores sea el análisis tanto más amplia tiene que ser la batería de indicadores empleados, así como mayores deben ser las prevenciones y precauciones a tomar, tanto en la recogida de datos como en el procesamiento y desarrollo de los indicadores a usar, que deben estar en consonancia con el uso último que se hará de esos datos.

Los evaluadores, expertos en la materia, sin duda conocen cuáles son los parámetros habituales de productividad y de *calidad* en sus áreas científicas, pero hasta el presente carecen de unos marcos de referencia o umbrales precisos que permitan situar a los investigadores objeto de evaluación en un contexto productivo construido a partir de datos empíricos y circunscrito a los estándares de la investigación nacional. El mismo escenario se presenta en lo que concierne al impacto de los trabajos publicados por dichos científicos. La construcción de unos marcos de referencia que permitan realizar análisis comparativos o evaluativos tanto para la producción como para la citación proporcionaría a los evaluadores unas guías o *benchmarks* en los que insertar el currículum vitae del investigador valorado, dotando así de mayor objetividad al proceso evaluador. De este modo se logra una mayor objetividad en el proceso de evaluación por pares, respondiendo a algunas de las lagunas que presenta este sistema (Gordillo y otros, 2004) y favoreciendo lo que se conoce en la literatura como *informed peer review* (Lewison y otros, 1999; van Raan, 1996).

Se ha debatido si el recurso a indicadores estándar ha modificado las prácticas de los propios científicos y propiciado prácticas desviadas o fraudulentas (Butler, 2003). Para solventar estos problemas se ha propuesto, además de evitar el uso de «fórmulas» para la evaluación de los investigadores (Moed, 2005), la utilización combinada de indicadores bibliométricos y de evaluadores expertos (Weingart 2005). Dentro de este contexto de construcción de marcos de referencia para las áreas científicas, no podemos dejar de citar el producto de Thomson Reuters, Essential Science Indicators (ESI), herramienta que aunque no muy em-

pleada, resulta de ayuda inestimable para establecer umbrales y promedios de citación en función de la categoría a la que pertenecen los trabajos y del tiempo en que fueron publicados, neutralizando así las dos variables principales que pueden afectar a la medición del impacto de un artículo. Esta herramienta son los llamados *baselines*; promedios y percentiles que permiten establecer la posición relativa de un artículo de investigación dentro de su especialidad según el número de citas recibido y el tiempo transcurrido desde su publicación. Dichos indicadores proporcionan el número de citas promedio por categoría y año de un artículo así como el rango percentil de un trabajo también por año y categoría. Estas tablas, desagregadas en 22 áreas de tamaños variables, y donde se excluyen las Humanidades se construyen a partir del conjunto de revistas incluidas en la *Web of Science* y se actualizan con carácter bimestral (Ruiz-Pérez y otros, 2008), originando unos marcos temporales dinámicos.

## 2. Objetivos

El objetivo global que se ha planteado en este estudio ha sido el de construir los perfiles bibliométricos de los solicitantes de proyectos dentro del marco del Plan Nacional de I+D, para elaborar a partir de esos datos unos umbrales de referencia que sirvan a los evaluadores para la toma de decisiones basadas en la evidencia bibliométrica. Dicho de otro modo, se pretende establecer cuáles son los estándares de publicación e impacto de los investigadores españoles o mejor dicho, de aquellos que están activos en términos de solicitud de proyectos.

Este objetivo genérico se puede desglosar en los siguientes objetivos específicos:

- Construir un conjunto de tablas de referencia, similar al ofrecido por los *Essentials Science Indicators*, adaptadas al caso español, y relativos tanto al rendimiento en producción como en impacto.
- Definir los principales indicadores bibliométricos de producción, productividad, impacto y visibilidad por especialidades.
- A nivel metodológico, testar la validez de la metodología propuesta, con el objeto de mantenerla en el futuro o introducir modificaciones a fin de hacer lo más objetiva posible la evaluación de los CV de los investigadores.

## 3. Material y métodos

Se plantea un análisis descriptivo retrospectivo del rendimiento bibliométrico de los investigadores principales españoles solicitantes de proyectos de investigación en las distintas convocatorias del Plan Nacional de I+D en el año 2007. La población analizada abarca un total de 3356 investigadores, pertenecientes a

todas las áreas establecidas por la ANEP, exceptuando Derecho, Filología y Filosofía e Historia y Arte. Dicha información fue facilitada por la propia agencia. Las áreas con mayor número de solicitudes fueron, la de Biología Fundamental (12% del total), seguida por la Química y la Economía. Respecto al cálculo de indicadores, y con el objeto de validar el diseño metodológico de nuestro estudio, se procedió a determinar para cada una de las áreas el porcentaje de investigadores con al menos un artículo publicado en el período de estudio. Para este conjunto de investigadores, se buscó su producción científica en las bases de datos del *Web of Science (WoS)* producidas por la empresa *Thomson Reuters*, en su versión *on-line*. Dichas fuentes de datos son *Science Citation Index Expanded (SCI)*, *Social Sciences Citation Index (SSCI)*, *Arts and Humanities Citation Index (A&HCI)*, *Conference Proceedings Citation Index – Science (CPCI)*.

La búsqueda se ejecutó de forma manual para cada uno de los investigadores, recuperándose todos los registros comprendidos entre los años 2000 y 2006. Dicha búsqueda fue realizada por documentalistas expertos, teniendo en cuenta las diferentes formas que pueden adoptar los nombres españoles en las bases de datos del ISI (Ruiz-Pérez y otros, 2002) y contemplando las diferentes afiliaciones que un investigador ha podido tener a lo largo del período (por ejemplo, debido a estancias en centros internacionales). La producción de cada uno de los investigadores se almacenó en formato texto, exportándose posteriormente al gestor de referencias bibliográficas *ProCite 5*. Una vez almacenada de forma conjunta toda la producción, dicha producción se trasladó a una base de datos relacional en formato *MS Access 2003*, junto a los datos asociados a los investigadores (nombre, apellidos, código de proyecto, tipología de investigador, institución y centro). Las tipologías documentales analizadas fueron *article*, *review*, *letter*, *editorial material* y *proceedings paper*. Igualmente en dicha base de datos se introdujo la información relativa al factor de impacto de las revistas de publicación, descargada desde los *Journal Citation Reports (JCR)*, producto también de *Thomson Reuters*. Del mismo modo se incluyó el número de citas recibidas por cada uno de los artículos recuperados. Para dicha tarea, se utilizó la función *Create Citation Report* disponible desde la página de resultados de la versión online del *WoS*. Así, una vez identificada la producción de un autor, y a través de dicha opción, se descargaron las citas recibidas para cada uno de los registros en función del año de los artículos citantes. El marco temporal del conjunto de citantes abarca el período 2000-2008. Finalmente se pusieron en relación los documentos citantes con los citados, en la base de datos relacional creada al efecto. La recopilación de datos se inició en febrero de 2009, finalizando en mayo de 2010.

Posteriormente, y mediante consultas en el *software Access 2003*, se calcularon los diversos indicadores, para cada una de las áreas ANEP. Ésta categorización se ha mantenido relativamente estable en el tiempo, si bien en fechas recientes se han introducido algunas modificaciones en áreas de Ciencias de la Vida. La categorización por áreas que aquí presentamos (tabla I) es la que estaba vigente en la convocatoria de 2007.

**TABLA I**  
*Áreas ANEP y acrónimos empleados*

<b>Acrónimo</b>	<b>Área</b>
AGR	Agricultura
BMC	Biología fundamental y de sistemas
BMED	Biomedicina
BVA	Biología vegetal, animal y ecología
COM	Tecnología electrónica y de las comunicaciones
CS	Ciencias sociales
CT	Ciencias de la Tierra
ECO	Economía
EDU	Ciencias de la educación
FFA	Fisiología y farmacología
FI	Física y ciencias del espacio
GAN	Ganadería y pesca
ICI	Ingeniería civil y arquitectura
IEL	Ingeniería eléctrica, electrónica y automática
IME	Ingeniería mecánica, naval y aeronáutica
INF	Ciencias de la computación y tecnología informática
MCLI	Medicina clínica y epidemiología
MTM	Matemáticas
PS	Psicología
QMC	Química
TA	Ciencia y tecnología de alimentos
TM	Ciencia y tecnología de materiales
TQ	Tecnología química
<i>no analizada</i>	Derecho
<i>no analizada</i>	Filología y filosofía
<i>no analizada</i>	Historia y arte

La explotación estadística de los datos analizados se ha realizado con el software *SPSS 15.0 para Windows*. Los indicadores calculados son:

• **Producción**

- **Investigadores productivos.** Investigadores con al menos un documento publicado en el período.

- **Ndoc/invest.** Promedio de documentos por investigador.
- **TV. Tasa de variación.** Diferencia porcentual entre la producción registrada en el primer año de estudio (2000) y el último (2006).
- **Baselines (umbrales de producción).** Frecuencias acumuladas de producción por investigador por percentiles. Este indicador nos da información sobre el número de artículos necesarios para que un investigador se sitúe en el percentil 90, 75 y 50 de la distribución de la producción científica según años de publicación.

- **Visibilidad**

- **PromFI.** Promedio de Factor de Impacto.
- **Top3.** Producción en revistas top 3 por categorías JCR.
- **Q1.** Producción en revistas del primer cuartil por categorías JCR.

- **Impacto**

- **PromCit.** Promedio de citas por documento.
- **%Ndoc citados.** Porcentaje de documentos citados.
- **Baselines (umbrales de citación):** Frecuencias acumuladas de citación por percentiles. Este indicador nos da información sobre el número de citas necesarias para que un artículo se sitúe en el percentil 90, 75 y 50 de la distribución de la producción científica según años de publicación.

## 4. Resultados

### 4.1. Producción

En total 3356 investigadores (excluidos de este cómputo los de Humanidades) participaron en la convocatoria del PN 2007, repartidos como queda recogido en la tabla II.

Los datos obtenidos se mueven en un rango entre el 99,58 de investigadores productivos en Química, y el 29,45% en Ciencias Sociales. La mayoría de las categorías alcanzan una ratio de investigadores productivos por encima del 90%. La excepción la encontramos en las cuatro áreas de Ciencias Sociales, en los que se perciben patrones bien diferenciados. Mientras Economía y Psicología presentan valores productivos mayores año a año (con una espectacular tasa de crecimiento en el primer caso), Educación (también con tasas relativas de crecimiento muy altas) y Ciencias Sociales permanecen por debajo del 35%. Ingeniería Civil, por su parte, se aparta del patrón del resto de las ingenierías, con un tercio de investigadores sin producción. Áreas con un patrón de publicación internacional consolidado como Física, Biología Fundamental o Matemáticas experimentan leves tasas de variación. Por otro lado, algunas ramas tecnológicas e ingenieriles apuntan crecimientos altos, probablemente debido a la ampliación de la cobertura de actas de congreso en la base de datos de referencia.

**TABLA II**  
*Investigadores totales, productivos y tasa de variación 2000-2006*  
*según áreas ANEP*

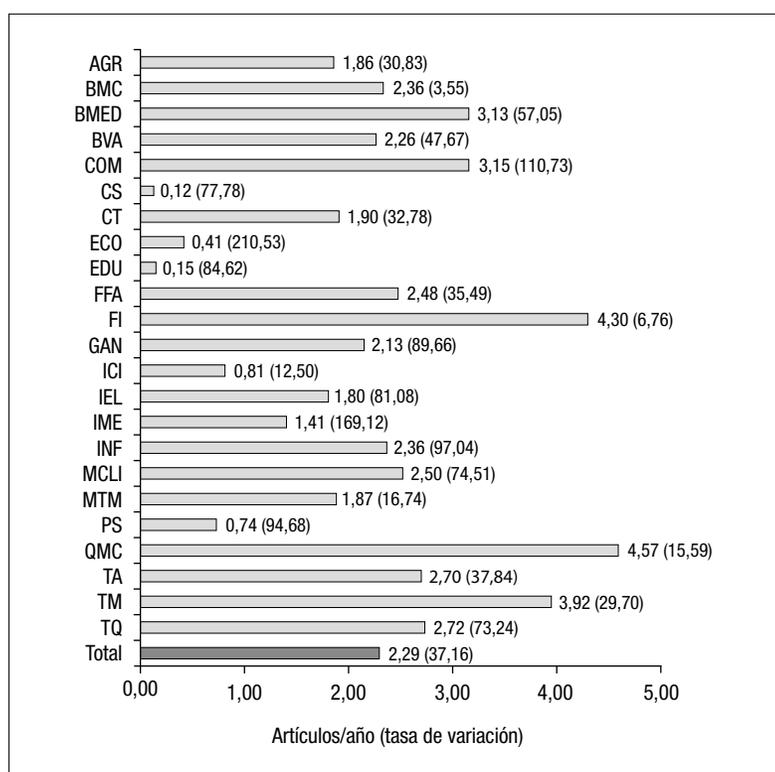
Área	Investigadores	Productivos	% Productivos	TV 00-06
AGR	132	127	96,21	24,39
BMC	405	400	98,77	0,64
BMED	124	123	99,19	16,13
BVA	164	160	97,56	25,00
COM	139	131	94,24	40,00
CS	146	43	29,45	35,71
CT	141	130	92,20	17,44
ECO	182	131	71,98	157,14
EDU	119	41	34,45	112,50
FFA	145	144	99,31	10,53
FI	180	178	98,89	1,31
GAN	96	92	95,83	34,43
ICI	61	40	65,57	33,33
IEL	86	84	97,67	36,17
IME	91	85	93,41	60,00
INF	152	143	94,08	45,68
MCLI	51	49	96,08	11,43
MTM	131	130	99,24	5,38
PS	169	136	80,47	56,86
QMC	237	236	99,58	9,00
TA	128	126	98,44	9,38
TM	171	167	97,66	17,74
TQ	106	100	94,34	31,75
<b>Total</b>	<b>3.356</b>	<b>2.996</b>	<b>89,27</b>	<b>19,94</b>

Respecto a los datos de producción, se ha determinado el total de documentos producidos en término medio por investigador así como el promedio anual según las diferentes categorías ANEP. Con el objeto de observar la tendencia cronológica se ha calculado la tasa de variación, que da idea de la progresiva incorporación de cada vez más investigadores al patrón de publicación internacional. En este caso, se observan claramente las diferencias productivas entre áreas, desde los 4,3-4,6 documentos por investigador y año que publican físicos y químicos, a los apenas 0,1 artículos anuales en Ciencias Sociales y Educación. Las bajísimas cifras de partida en estas áreas explican el alto incremento relativo a la par que la baja productividad ISI de sus investigadores. Las mayores tasas de variación se producen en algunas ingenierías y áreas tecnológicas así como

en la Economía (figura 2). Uno de los factores que influyen en las diferentes productividades por áreas es la tasa de colaboración de los trabajos. Así, el índice de coautoría, o número medio de firmantes por artículo se situó en un rango de entre 8,2 para el área de Física (excluyendo del cómputo artículos con más de 250 autores) y 2,5 para Economía. En cuanto a la moda, la más alta es de 6 autores para Biomedicina, Medicina Clínica y Epidemiología y Ganadería y Pesca mientras que la menor, de un autor, corresponde a las Ciencias Sociales.

**FIGURA 2**

*Promedio de producción por investigador y año, y tasa de variación 2000-2006 (entre paréntesis) según áreas ANEP*



Dado que los promedios productivos pueden estar sesgados por la distribución asimétrica de las productividades investigadoras se calculó de manera complementaria los umbrales de producción para cada año del período de estudio así como para el período completo. Se seleccionaron los percentiles 50, 75, 80, 90 y 99 detectándose dos tendencias bien diferenciadas: por un lado, la mayoría de áreas arrojan resultados consistentes, y crecientes de manera exponencial entre percentiles; es decir el esfuerzo productivo que hay que realizar para situarse en los

percentiles superiores de la distribución es cada vez mayor, de manera que estas *benchmarks* proporcionan umbrales de exigencia, en función de los criterios de los evaluadores. Los valores tienden a mantenerse a lo largo del tiempo, con crecimientos productivos en los años finales del período. En áreas como Química o Física es necesaria una producción por encima de los 20 artículos (en 7 años) para situarse en la mediana de la categoría. Por otro lado, en las áreas de Ciencias Sociales (e Ingeniería Civil) el alto número de investigadores no productivos condiciona los resultados obtenidos, generando comportamientos anómalos, como que un investigador sin producción se sitúe incluso en el P75 de la distribución, para un cálculo a tres años, en áreas como Educación. La tabla III muestra los datos por percentiles para una evaluación de los currícula investigadores a 3, 5 y 7 años.

**TABLA III**

*Umbrales (baselines) de producción a 3,5 y 7 años para los percentiles 50, 75 y 90 según áreas ANEP*

Área/ Percentil	3 años			5 años			7 años		
	P50	P75	P90	P50	P75	P90	P50	P75	P90
AGR	4	7	12	7	11	21	10	16	29
BMC	6	9	14	9	15	24	13	21	33
BMED	7	12	18	12	20	29	17	28	41
BVA	5	9	13	9	14	22	12	20	31
COM	7	14	21	11	24	35	16	33	49
CS	0	0	1	0	1	1	0	1	2
CT	3	6	11	6	11	19	8	15	26
ECO	1	2	3	1	3	5	2	4	7
EDU	0	0	2	0	1	3	0	1	4
FFA	6	10	14	10	16	24	14	23	33
FI	10	18	25	16	31	42	23	43	59
GAN	5	9	10	9	16	17	12	22	24
ICI	1	3	8	1	4	13	2	6	18
IEL	4	8	12	7	13	20	10	18	28
IME	3	6	10	6	10	17	8	14	24
INF	6	9	15	9	15	24	13	21	34
MCLI	5	9	17	8	15	29	11	21	40
MTM	5	7	11	8	12	19	11	17	26
PS	1	3	6	2	5	9	3	7	13
QMC	10	17	27	17	29	46	24	40	64
TA	7	11	17	11	19	28	16	26	39
TM	9	16	26	14	27	43	20	38	60
TQ	6	9	16	9	16	27	13	22	38
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>26</b>	<b>11</b>	<b>21</b>	<b>37</b>

\* *Ejemplo:* Un investigador en el área de Agricultura con una producción de 12 artículos en 5 años se situaría entre el 10 y el 25% de investigadores más productivos del área (entre P75 y P90).

## 4.2. Visibilidad e impacto

Los indicadores de impacto y visibilidad relativos a artículos en revistas con factor de impacto, y artículos citados corren paralelos a la ratio de investigadores productivos. El mayor desfase se produce en la categoría de Ciencias Sociales, donde hay un 11% de investigadores que han publicado en revistas que aún no disponían de factor de impacto para el año de publicación, reflejo éste de publicaciones recién incorporadas a la base de datos WoS. En Educación hay un 8,4% de investigadores en la misma situación. En el área de Ingeniería Civil, y en menor medida en las otras ingenierías se da también un cierto desfase, debido a la publicación en actas de congreso, tipología ésta que no dispone de factor de impacto. El mismo fenómeno se produce si efectuamos la comparación entre los investigadores productivos citados y los no citados. En este caso la Economía y la Psicología se incorporan a este grupo. Globalmente hay un 4% de investigadores productivos cuya producción no ha sido citada. Tecnología de Alimentos, es por su parte la única área, junto a Ciencias de la Tierra, donde todos los investigadores productivos han logrado al menos una cita para alguno de sus trabajos (tabla IV).

**TABLA IV**

*Porcentaje de investigadores según indicadores de visibilidad e impacto por áreas ANEP*

Área	% productivos	% FI	% Q1	% Top3	% citados
AGR	96,21	93,18	79,55	50,00	92,42
BMC	98,77	98,77	97,78	68,15	96,05
BMED	99,19	99,19	95,16	77,42	97,58
BVA	97,56	97,56	90,85	54,27	96,95
COM	94,24	91,37	69,06	33,81	90,65
CS	29,45	18,49	8,90	3,42	17,12
CT	92,20	91,49	82,98	49,65	92,20
ECO	71,98	66,48	29,67	13,74	62,64
EDU	34,45	26,05	10,08	0,00	24,37
FFA	99,31	99,31	97,93	72,41	98,62
FI	98,89	98,33	95,00	71,11	97,22
GAN	95,83	95,83	93,75	57,29	93,75
ICI	65,57	55,74	40,98	19,67	52,46
IEL	97,67	91,86	58,14	25,58	89,53
IME	93,41	89,01	67,03	31,87	86,81
INF	94,08	90,13	58,55	21,05	88,16

**TABLA IV (continuación)**

Área	% productivos	% FI	% Q1	% Top3	% citados
MCLI	96,08	96,08	82,35	70,59	92,16
MTM	99,24	99,24	71,76	16,03	96,95
PS	80,47	77,51	46,15	20,12	73,37
QMC	99,58	99,58	97,89	62,03	98,73
TA	98,44	98,44	97,66	72,66	98,44
TM	97,66	97,66	92,40	69,01	95,91
TQ	94,34	93,40	88,68	51,89	93,40
<b>Total</b>	<b>89,27</b>	<b>87,10</b>	<b>74,82</b>	<b>46,51</b>	<b>85,40</b>

Respecto a los indicadores que miden el rendimiento en términos de visibilidad en revistas top3 y Q1, las diferencias entre categorías son amplias. En áreas como Química, Fisiología o Biología Fundamental prácticamente todos los investigadores han publicado algún artículo en revistas del 1er cuartil. En la parte inferior de este indicador se sitúan las áreas de Ciencias Sociales. Globalmente, 3 de cada 4 investigadores publicaron en revistas de 1er cuartil al menos uno de sus artículos en el período de estudio. Respecto al indicador top3, cerca de la mitad de investigadores también publicaron en alguna de las tres revistas con mayor impacto en sus áreas. Los valores abarcan desde el 77% de Biomedicina hasta los valores nulos en Educación, donde ninguno de los solicitantes de proyectos publicó en revistas top3.

Cuando se trata de medir el rendimiento a nivel de artículo (tabla V), más de la mitad de estos se publican en revistas de primer cuartil, mientras que este porcentaje cae al 12% cuando se mide el rendimiento en las revistas de máximo impacto (top3). Son destacables los registros alcanzados por Biología Fundamental y Física en Q1, mientras que en top3 destacan Biomedicina y Tecnología de Alimentos, con una ratio en torno al 20%. El porcentaje de artículos citados alcanza sus mayores cotas en Química, Fisiología y Biología Fundamental. Estas áreas son también, junto a la Biomedicina las que alcanzan mayor promedio de citas por documento. Por su parte, Ingeniería Eléctrica y las dos áreas de Tecnologías de la Información y Comunicación alcanzan los mayores niveles de documentos no citados, posiblemente por la importancia de las actas de congreso en estas disciplinas. Educación, con 2 menciones por documento de término medio es el área que presenta parámetros de citación más modestos.

Al igual que con la producción, se han determinado los valores percentílicos (P50, P75, P90) para la citación. Dada la influencia que el factor tiempo tiene en este cómputo, se han realizado los cálculos en función de los años transcurridos desde la publicación. En la tabla VI se muestran los P50, 75 y 90, correspondiendo el cálculo con marco temporal de 9 años a los artículos recogidos en el año 2000, mientras que para el cálculo con marco temporal de 3 años se han tomado

**TABLA V**  
*Indicadores de visibilidad e impacto según áreas ANEP*

Área	FI promedio	% Q1	% Top3	Prom Citas	% citados
AGR	1,70	45,69	12,53	7,60	74,56
BMC	4,82	67,44	14,62	21,43	92,14
BMED	3,86	59,49	20,06	17,14	87,21
BVA	2,22	45,59	9,02	9,43	87,07
COM	1,31	37,83	9,74	4,12	51,58
CS	2,11	38,82	12,94	3,94	61,60
CT	1,94	55,63	14,59	11,05	86,38
ECO	0,71	21,97	6,78	3,47	70,04
EDU	0,79	23,53	0,00	2,21	60,94
FFA	3,72	58,29	10,69	15,39	92,70
FI	3,09	65,29	14,49	12,31	79,62
GAN	1,87	57,69	11,57	9,41	87,10
ICI	0,95	47,78	12,96	5,75	66,57
IEL	0,93	30,95	9,89	2,97	47,65
IME	1,09	44,30	8,19	5,83	73,70
INF	0,72	14,62	2,99	3,07	49,70
MCLI	2,82	48,56	16,07	11,13	84,66
MTM	0,67	23,52	1,97	4,02	71,79
PS	1,57	26,29	7,99	6,93	81,54
QMC	2,89	58,95	8,33	14,16	93,56
TA	1,82	63,11	19,36	10,61	90,10
TM	1,98	56,16	13,69	9,94	85,75
TQ	1,90	59,76	14,31	10,58	90,05
<b>Total</b>	<b>2,63</b>	<b>53,46</b>	<b>11,96</b>	<b>11,59</b>	<b>82,02</b>

los artículos publicados en 2006 (en todos los casos, el período de recogida de citas abarca hasta 2008). A nivel general, y tomando como referencia los 9 años del período más largo calculado, un artículo necesitaría 9 citas para situarse en la mediana de la distribución. Esta cifra se eleva a 16 en el caso de la Biología Fundamental, mientras que es 0 para Ciencias Sociales e Ingeniería Eléctrica. Las muestras en que se basan los resultados a 9 años (el año 2000 es el que registra menor producción del período analizado) genera casos anómalos, como que en algunas categorías los artículos que han dispuesto de 7 años para ser citados (los producidos en 2002) marquen umbrales de citación más elevados que los que han gozado de 9 años para ser mencionados.

**TABLA VI**

*Umbral (baselines) de citación según marcos temporales de 3,5,7 y 9 años para los percentiles 50, 75 y 90 por áreas ANEP*

Área/ Percentil	3 años			5 años			7 años			9 años		
	P50	P75	P90	P50	P75	P90	P50	P75	P90	P50	P75	P90
AGR	1	4	9	4	9	15	7	16	28	7	15	30
BMC	5	11	20	10	21	41	14	30	60	16	36	75
BMED	4	10	18	8	18	38	11	24	44	10	28	57
BVA	2	4	8	5	11	21	7	14	22	8	23	43
COM	0	2	6	1	5	11	1	6	15	1	6	15
CS	1	2	4	3	6	12	4	8	17	0	2	8
CT	3	7	11	7	13	34	7	15	30	10	19	35
ECO	0	1	2	2	4	7	2	9	14	4	7	13
EDU	1	2	3	2	4	7	1	7	11	1	2	7
FFA	4	8	14	9	18	37	13	25	43	12	27	55
FI	3	7	15	5	14	27	7	17	35	10	21	40
GAN	3	5	8	7	11	18	5	11	22	9	18	33
ICI	0	2	6	3	6	11	5	9	21	5	20	33
IEL	0	1	4	1	5	11	0	6	13	0	5	10
IME	1	3	6	3	8	17	4	11	17	5	10	20
INF	0	1	3	0	2	7	1	3	10	2	7	17
MCLI	3	6	10	7	17	24	6	15	30	9	23	48
MTM	1	2	4	2	5	9	3	7	14	3	8	16
PS	2	4	6	5	9	17	5	11	23	4	12	23
QMC	4	8	15	8	15	28	11	20	34	13	24	42
TA	3	6	10	7	14	22	9	18	30	11	22	42
TM	2	6	12	5	11	20	6	13	28	7	16	30
TQ	3	6	12	6	13	25	9	17	31	10	18	40
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>24</b>	<b>7</b>	<b>17</b>	<b>33</b>	<b>9</b>	<b>21</b>	<b>42</b>

\* *Ejemplo:* Un artículo en el área de Matemáticas con 4 citas recibidas en 3 años se situaría entre el 10% de artículos más citados del área (P90). El mismo artículo (con 4 citas) en el área de Biología Molecular no llegaría a ubicarse entre el 50% más citado en dicha área.

## 5. Discusión

La primera constatación que se desprende de los datos analizados es la existencia de tres tipos de áreas: el primer grupo lo componen aquellas que desde el principio están plenamente incorporadas a la investigación internacional, y que corresponden a las áreas de Ciencias (AGR, BMC, BMED, BVA, CT, FFA, FI, GAN,

MCLI, MTM, QMC, TA, TM, TQ). Todas cumplen con un patrón de producción internacional, con una inmensa mayoría de solicitantes que son investigadores productivos. En el caso de áreas como BMC o FI el porcentaje de investigadores productivos se mantiene inalterable durante el período. Dentro de este primer grupo se significan áreas como Agricultura, Biología Vegetal, Animal y Ecología, o Ganadería y Pesca, que han culminado su proceso de internacionalización en el período analizado. Este primer grupo se destaca también por unas productividades entre 1,9 y 4,6 documentos por investigador y año, así como por publicar (excepto las Matemáticas) más de un 45% de artículos en revistas del primer cuartil. Los umbrales de producción y citación se mantienen, además, relativamente estables año a año, aunque se aprecia en cuanto a producción unos umbrales más exigentes en los últimos años del período, probablemente debido a la incorporación al sistema de solicitantes con menor experiencia, junto al aumento general de la productividad española en el período.

En segundo lugar se sitúa el grupo de las Ingenierías y TIC (COM, ICI, IME, IEL, INF), que presentan perfiles diferenciados. Por un lado, hay una incorporación de investigadores al sistema, con una productividad en un rango de entre 0,8 (ICI) y 3,1 (COM) documentos por investigador y año. Los indicadores de visibilidad describen un porcentaje de documentos en el primer cuartil de entre un 14 y un 48%, y un promedio de citas por documento de entre 3 y 5,7. En este caso es anómalo el comportamiento de Ingeniería Civil, ya que es el área de este segundo grupo que describe los mejores indicadores de visibilidad e impacto, a pesar de que un tercio de los solicitantes por esta vía no han sido productivos en el período. Esto puede indicarnos la existencia en este grupo de investigadores con una naturaleza muy aplicada, para los cuáles el uso de los indicadores bibliométricos de corte más académico como las citas pueden no ser la vía más adecuada para valorar su actividad y rendimiento. Además, se constata que la difusión de resultados en las ingenierías mediante la publicación en actas de congresos (63% en IEL; 60% en COM; 31% en IME) es —al contrario que en el resto de áreas donde la media de publicación en actas de congresos se sitúa en torno al 4,5% de toda la producción— muy importante por lo que un análisis que hubiera excluido estas tipologías documentales sería insuficiente para calibrar dichas áreas de naturaleza aplicada.

En tercer lugar, y dentro de las Ciencias Sociales (CS, ECO, EDU, PS) se perciben dos ritmos bien diferenciados. Por un lado, Economía y Psicología cuentan con una ratio de investigadores productivos de un 72 y un 80% respectivamente, con una tasa de variación para la Economía del 157%, pasando de apenas un 15% de investigadores activos en el primer año de estudio a un 40% en el último año analizado. Economía, que partía en 2000 con valores similares a los de Educación o Ciencias Sociales se asemeja más al final de esta etapa al perfil que describe Psicología. Las tasas de producción son de 0,4 y de 0,7 para Economía y Psicología, respectivamente, aunque si tomamos únicamente los investigadores productivos estos promedios se sitúan en 1,6 y 2,3 para el año 2006, lo que demuestra que, de seguir esta tendencia, tanto la Psicología como

la Economía se incorporarían de lleno al patrón de publicación de las ciencias experimentales, al menos en cuanto a producción, ya que en lo relativo a la visibilidad, se quedan lejos de los indicadores que muestran las áreas consolidadas. Respecto a las Ciencias Sociales y la Educación, de las cuales cabría pensar que pueden seguir el camino emprendido por la Economía en estos años, lo cierto es que los indicadores no muestran grandes avances a lo largo del período. Lo heterogéneo de la clasificación temática Ciencias Sociales, donde caben investigadores de departamentos de Antropología, Sociología, Geografía, Periodismo o Biblioteconomía, hace complicado expresar unas conclusiones comunes a estas áreas de conocimiento. No llegan a un tercio los investigadores con alguna publicación internacional en el período, y además las tasas de variación son escasas (de un 9,6% de investigadores productivos el primer año a un 13% en 2006). Respecto a Educación, los investigadores productivos sí experimentan importantes alzas (112%), aunque las bajísimas cifras de partida facilitan este estadístico, mostrando un comportamiento prácticamente paralelo al descrito en Ciencias Sociales. Los indicadores de impacto y visibilidad presentan cifras algo mejores en esta última categoría. Cabe destacar como dato muy sintomático que no se registra ni un solo artículo en revistas top3 para el período en la categoría de Educación, lo que señala la baja visibilidad internacional de la investigación en el área. Estos datos nos hacen reflexionar acerca de la necesidad de buscar fórmulas y fuentes de datos alternativas para la confección de umbrales en estas dos áreas, al menos con los datos registrados hasta 2006, y en línea con las metodologías propuestas por otros autores (van Leeuwen, 2005; Torres-Salinas y otros, 2009a) si bien la ampliación de la cobertura de revistas en WoS para estas áreas en los últimos años (Thomson Reuters, 2008) podría arrojar diferencias en futuros estudios.

En el marco metodológico, es preciso resaltar que dada la naturaleza aplicada del estudio, destinada a facilitar la labor de los evaluadores, se renunció expresamente al uso de medidas que requirieran de cálculos adicionales para su elaboración. El objetivo final es que el evaluador pueda determinar de forma rápida y eficaz, en qué umbrales de productividad e impacto se sitúa un investigador en relación al resto de solicitantes de proyectos en una determinada área, con un margen suficiente de confianza. El establecimiento de herramientas encaminadas a facilitar la labor de los evaluadores y a mejorar la agilidad y eficiencia del sistema español de I+D no supone en ningún momento que las medidas bibliométricas puedan o deban reemplazar el juicio de los expertos en sus análisis. La propia ANEP recomienda no penalizar a los investigadores jóvenes o con poca experiencia, por lo que los umbrales o datos aquí presentados no deben interpretarse como una «fórmula» por el cual a  $x$  número de publicaciones o citas le correspondería  $x$  puntos en la evaluación. Se trata más bien de proporcionar unas guías o directrices que puedan permitir la valoración justa de los méritos investigadores de los científicos españoles. El establecimiento en este contexto de ventanas temporales dinámicas en función de las características concretas de cada área o del tipo de investigador evaluado (investigadores junior

o senior) también pretende contribuir a la valoración justa de los CV de los candidatos.

Por otro lado, y pese a que el objetivo principal de este trabajo ya se ha expresado, los umbrales o tablas de referencia que se han construido también pueden servir de *benchmarks* en instituciones académicas y de investigación, proporcionando marcos más o menos exigentes en función de las necesidades y criterios de cada una. Somos conscientes de que la muestra aquí analizada no tiene por qué ser representativa de la investigación realizada en los centros de investigación nacionales, ya que se basa en solicitantes de proyectos de investigación, es decir, ya se presupone un nivel investigador relativamente alto, o al menos superior al promedio de las instituciones españolas, que se ven lastradas por un porcentaje importante de profesores que en la práctica no ejercen la investigación. Así lo demuestran los datos de sexenios de investigación facilitados por la CNEAI, donde llama poderosamente la atención que un 10% de los catedráticos, y un 30% de los profesores titulares, cuerpos que tienen encomendadas las labores investigadoras, no se hayan presentado o no hayan obtenido nunca un tramo de investigación (CNEAI, 2005). Las instituciones que deseen, sin embargo, establecer carreras investigadoras según parámetros bibliométricos pueden tomar estos datos para construir sus propios parámetros de referencia en función de las peculiaridades domésticas.

Cabe mencionar que, a fin de lograr resultados estadísticamente más robustos de producción y citación observados, sería conveniente ampliar la población del estudio con los investigadores solicitantes en nuevas convocatorias. Para las categorías donde hay escasa producción, o poseen un alto número de investigadores no productivos, esto es prácticamente obligado, aunque también cabría la posibilidad de proponer otras fuentes de datos alternativas como las bases de datos ISOC, del CSIC, o IN-RECS, de la Universidad de Granada para la evaluación más justa de las áreas de Ciencias Sociales. La actualización de este trabajo debe proporcionarnos también información acerca de la internacionalización de éstas áreas en las fechas más recientes ya que la entrada en la fuente de datos de referencia, Web of Science, de un mayor número de revistas españolas, especialmente en los ámbitos de Ciencias Sociales pueden tornar innecesario el empleo de fuentes alternativas. Por otra parte, también sería interesante abordar la cobertura de otros tipos documentales como lo son las monografías, pensando especialmente en algunas ramas de las Ciencias Sociales y abarcando también las Humanidades, área en la cual el cómputo de artículos internacionales es a todas luces insuficiente para la valoración de los méritos de los investigadores en este campo.

## **6. Agradecimientos**

Esta investigación se ha desarrollado dentro de la acción complementaria *Parametrización de los indicadores de citación a nivel nacional de acuerdo con las áreas ANEP* (TIN2008-03180-E), financiada por el Plan Nacional de I+D 2008.

## 7. Referencias

- Abramo, G., y D'Angelo, C. A. (2011). National-scale research performance assessment at the individual level. *Scientometrics*, vol. 86 (2), 347-364.
- Alonso-Arroyo, A.; Pulgarín, A., y Gil-Leiva, I. (2006). Análisis bibliométrico de la producción científica de la Universidad Politécnica de Valencia 1973-2001. *Revista Española de Documentación Científica*, vol. 29 (3), 345-363.
- Bordons, M.; Fernández, M., y Gómez, I. (2002). Advantages and limitations in the use of impact factor measures for the assessment of research performance. *Scientometrics*, vol. 53 (2), 195-206.
- Buela-Casal, G.; Bermúdez, M. P.; Sierra, J. C.; Quevedo-Blasco, R., y Castro, Á. (2010). Ranking de 2009 en investigación de las universidades públicas españolas. *Psicothema*, vol. 22, 171-179.
- Buela-Casal, G.; Medina, A.; Viedma, M.; Godoy, V.; Lozano, S., y Torres, G. (2004). Factor de impacto de tres revistas españolas de Psicología. *Psicothema*, vol. 16 (4), 680-688.
- Butler, L. (2003). Explaining Australia's increased share of ISI publications – the effects of a funding formula based on publication counts. *Research Policy*, vol. 32 (1), 143-155.
- CNEAI. (2005). Memoria sobre la situación del profesorado numerario con respecto a los sexenios de investigación. Año 2005.
- Camí, J. (1997). Impactolatría: diagnóstico y tratamiento. *Medicina Clínica*, vol. 109 (13), 515-524.
- Carpenter, M. P.; Gibb, F.; Harris, M.; Irvine, J.; Martin, B. R., y Narin, F. (1988). Bibliometric profiles for British academic institutions: An experiment to develop research output indicators. *Scientometrics*, vol. 14 (3-4), 213-233.
- Costas, R. (2008). Análisis bibliométrico de la actividad científica de los investigadores del CSIC en tres áreas: Biología y Biomedicina, Ciencia de Materiales y Recursos Naturales. Una aproximación metodológica a nivel micro (*Web of Science, 1994-2004*). [Tesis doctoral] Universidad Carlos III.
- Costas, R. y Bordons, M. (2005). Bibliometric indicators at the micro-level: some results in the area of natural resources at the Spanish CSIC. *Research Evaluation*, vol. 14 (2), 110-120.
- Costas, R.; van Leeuwen, T. N., y Bordons, M. (2010). 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), 1.564-1.581.
- Cronin, B., y Meho, L. (2006). Using the h-index to rank influential information scientists. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 57 (9), 1.275-1.278.
- Cruz-Castro, L., y Sanz-Menéndez, L. (2007). Research Evaluation in transition: individual versus organisational assessment in Spain. En: Whitley, R. y Gläser, J. (editors). *The Sociology of Sciences Yearbook: The Changing Governance of the Sciences. The Advent of the Research Evaluation Systems*. Springer, Dordrecht.
- Delgado-López-Cózar, E.; Jiménez-Contreras, E., y Ruiz-Pérez, R. (2009). España y los 25 grandes de la ciencia mundial en cifras (1992-2008). *El Profesional de la Información*, vol. 18 (1), 81-86.

- Garfield, E. (2003). The meaning of the Impact Factor. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, vol. 3 (2), 363-369.
- González-De-Dios, J.; Valderrama-Zurian, J. C.; Gonzalez-Alcaide, G.; Sempere, A. P.; Bolanos-Pizarro, M., y Aleixandre-Benavent, R. (2009). Approximation to the impact of biomedical journals in neurological sciences: study of bibliometric indicators in the Journal Citation Reports-Science Citation Index 2006. *Revista de Neurología*, vol. 48 (3), 117-128.
- Gordillo, V.; González, J., y Muñoz, J. (2004). La evaluación de Proyectos de Investigación por la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva. *Psicothema*, vol. 16 (3), 343-349.
- Jiménez-Contreras, E.; Delgado-López-Cózar, E., y Ruiz-Pérez, R. (2006). Producción española en biblioteconomía y documentación con visibilidad internacional a través del Web of Science (1995-2004). *El Profesional de la Información*, vol. 15 (5), 373-383.
- Jiménez-Contreras, E.; Moya-Anegón, F. D., y Delgado-López-Cózar, E. (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.
- Lawrence, P. (2002). Rank injustice. *Nature*, vol. 415 (6874), 835-836.
- Lewison, G.; Cottrell, R., y Dixon, D. (1999). Bibliometric indicators to assist the peer review process in grant decisions. *Research Evaluation*, vol. 8 (1), 47-52.
- Macías-Chapula, C.; Rodea-Castro, I.; Gutierrez-Carrasco, A., y Mendoza-Guerrero, J. (2004). Producción científica institucional y posicionamiento nacional: el caso del Hospital General de México. *Revista Española de Documentación Científica*, vol. 27 (4), 482-497.
- Meho, L. I., y Spurgin, K. M. (2005). Ranking the research productivity of library and information science faculty and schools: An evaluation of data sources and research methods. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 56 (12), 1314-1331.
- Moed, H. F. (2005). *Citation analysis in research evaluation*. Dordrecht; Springer.
- Moed, H.; Burger, W.; Frankfort, J., y van Raan, A. F. (1985). The use of bibliometric data for the measurement of university research performance. *Research Policy*, vol. 14 (3), 131-149.
- Moya Anegón, F.; Chinchilla Rodríguez, Z.; Corera Álvarez, E.; Vargas Quesada, B.; Muñoz Fernández, F., y 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.
- Oppenheim, C. (2007). Using the h-index to rank influential British researchers in information science and librarianship. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 58 (2), 297-301.
- Ruiz-Pérez, R.; Delgado-López-Cózar, E.; Jiménez-Contreras, E. (2002). Spanish name variations in national and international biomedical databases: implications for information retrieval and bibliometric studies. *Journal of the Medical Library Association*, vol. 90 (4), 411-430.
- Ruiz-Pérez, R.; Jiménez-Contreras, E., y Delgado-López-Cózar, E. (2008). Complementos bibliométricos de Thomson Scientific en la Web: buenos, bonitos y gratuitos. *El Profesional de la Información*, vol. 17 (5), 559-563.
- Sanz-Menéndez, L. (1997). *Estado, ciencia y tecnología en España: 1939-1997*. Madrid; Alianza.

- Schubert, A. y Braun, T. (1996). Cross-field normalization of scientometric indicators. *Scientometrics*, vol. 36 (3), 311-324.
- Seglen, P. (1997). Why the impact factor of journals should not be used for evaluating research. *British Medical Journal*, vol. 314 (7079), 498-502.
- Thijs, B., y Glänzel, W. (2009). A structural analysis of benchmarks on different bibliometric indicators for European research institutes based on their research profile. *Scientometrics*, vol. 79 (2), 377-388.
- Thomson Reuters. (2008). Thomson Scientific Begins Expansion of Web of Science. <http://science.thomsonreuters.com/press/2008/8445762/> [consultado el 2 de julio de 2010].
- Torres-Salinas, D.; Delgado-López-Cózar, E., y Jiménez-Contreras, E. (2009a). Análisis de la producción de la Universidad de Navarra en revistas de Ciencias Sociales y Humanidades empleando rankings de revistas españolas y la Web of Science. *Revista Española de Documentación Científica*, vol. 32 (1), 22-39.
- Torres-Salinas, D.; Delgado-López-Cózar, E., y Jiménez-Contreras, E. (2009b). Rankings for departments and researchers within a university using two different databases: Web of Science versus Scopus. *Scientometrics*, vol. 80 (3), 761-774.
- Weingart, P. (2005). Impact of bibliometrics upon the science system: Inadvertent consequences? *Scientometrics*, vol. 62 (1), 117-131.
- van Leeuwen, T. (2005). The application of bibliometric analyses in the evaluation of social science research. Who benefits from it, and why it is still feasible. *Scientometrics*, vol. 66 (1), 133-154.
- van Leeuwen, T. (2007). Modelling of bibliometric approaches and importance of output verification in research performance assessment. *Research Evaluation*, vol. 16 (2), 93-105.
- van Leeuwen, T. y Moed, H. (2005). Characteristics of Journal Impact Factors: The effect of uncitedness and citation distribution on the understanding of journal impact factors. *Scientometrics*, vol. 63 (2), 357-371.
- van Raan, A. F. (1996). Advanced bibliometric methods as quantitative core of peer review based evaluation and foresight exercises. *Scientometrics*, vol. 36 (3), 397-420.
- van Raan, A. F. (2005). Fatal attraction: Conceptual and methodological problems in the ranking of universities by bibliometric methods. *Scientometrics*, vol. 62 (1), 133-143.
- van Raan A. F., y van Leeuwen, T. (2002). Assessment of the scientific basis of interdisciplinary, applied research: Application of bibliometric methods in Nutrition and Food Research. *Research Policy*, vol. 31 (4), 611-632.