

La producción científica española en microbiología y áreas afines durante el período 1990-2002

José Manuel Ramos^a, Félix Gutiérrez^a y Gloria Royo^b

^aUnidad de Enfermedades Infecciosas. Servicio de Medicina Interna.

^bSección de Microbiología. Hospital General Universitario de Elche. Alicante. España.

INTRODUCCIÓN. Analizar la producción y la repercusión de la actividad científica de autores españoles en bacteriología, microbiología, micología, parasitología y virología.

MÉTODOS. Se seleccionaron los documentos publicados y recogidos en la base de datos MEDLINE (versión WEBSPIRS 4.2) de 1990 a 2002, mediante la estrategia: ("Spain" OR "España") AND ("microb*" OR "virol*" OR "parasit*" OR "bacter*" OR "micol*" OR "mycol*" OR "retrovirus*") en el campo dirección del autor.

RESULTADOS. Se recuperaron 5.259 documentos. El número anual de documentos publicados se duplicó (de 253 documentos en 1990 a 512 en 2002) ($r^2 = 0,92$; $p < 0,001$), especialmente en revistas extranjeras (de 175 documentos a 447) ($r^2 = 0,95$; $p < 0,001$). El 50,9% de los documentos se generaron en las universidades, el 35,8% en los hospitales, el 5,4% en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), y el 5,2% en el Instituto de Salud Carlos III. Los centros del CSIC ($r^2 = 0,90$) y las universidades ($r^2 = 0,88$) mostraron un mayor crecimiento de documentos. La Universidad de Barcelona (5,3%) fue el principal centro universitario en número de publicaciones y el Hospital Ramón y Cajal (2,9%) el primer centro hospitalario. Las Comunidades Autónomas de Madrid (29,2%) y Cataluña (17,5%) concentraron la mayor actividad productiva. La media del factor de impacto esperado (FIE) de los documentos fue de 2,340. El FIE aumentó de 1,977 en 1990 a 2,507 en 2002 ($r^2 = 0,81$).

CONCLUSIÓN. La producción científica española y su repercusión en microbiología y áreas afines se incrementó durante el período 1990-2002 debido principalmente a un aumento en las publicaciones en revistas extranjeras. Las universidades ocupan el primer lugar en la investigación en estos campos.

Palabras clave: Bibliometría. Información científica. Microbiología. Micología. Parasitología. Virología.

Scientific production in microbiology and affinity areas in Spain during 1990-2002

BACKGROUND. To analyze the production and repercussions of the scientific activity of Spanish authors in the fields of microbiology, mycology, parasitology and virology.

METHODS. Documents published during the period of 1990 to 2000 compiled on the MEDLINE database >(WEBSPIRS 4.2) were retrieved using the following search terms ("Spain" OR "España") AND ("microb*" OR "virol*" OR "parasit*" OR "bacter*" OR "micol*" OR "mycol*" OR "retrovirus*") in the field, author's address.

RESULTS. A total of 5259 documents were retrieved. Over the period studied, the number of documents published annually increased two-fold, from 256 documents in 1990 to 512 in 2002 ($r = 0.92$; $p < 0.001$), particularly those in foreign journals, from 175 to 447 documents ($r = 0.95$; $p < 0.001$). 50.9% of the documents came from universities, 35.8% from hospitals, 5.4% from the Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) (5.4%), and 5.3% from the Instituto de Salud Carlos III. The CSIC centers ($r^2 = 0.90$), and universities ($r^2 = 0.88$) showed the highest rate of growth in the number of publications. The University of Barcelona (5.3%) had the largest number of publications among teaching institutions and Hospital Ramón y Cajal (2.9%) was the first among hospitals. The Autonomous Communities of Madrid (29.2%) and Catalonia (17.5%) showed the highest scientific production. The mean expected impact factor for all the published documents was 2.340. The expected impact factor grew from 1.977 in 1990 to 2.507 in 2002 ($r^2 = 0.81$).

CONCLUSION. The published scientific production of Spanish researchers and the repercussion of these studies in the field of microbiology and related areas increased during the period of 1990 to 2002, particularly in the number of articles published in foreign journals. The Universities are the most productive institutions in this field.

Key words: Bibliometry. Scientific information. Microbiology. Mycology. Parasitology. Virology.

Correspondencia: Dr. J.M. Ramos.
Unidad de Enfermedades Infecciosas. Servicio de Medicina Interna.
Hospital General Universitario de Elche.
Camí de l'Almazara, 11. 03203 Elche. Alicante. España.
Correo electrónico: jramosrincon@yahoo.es

Manuscrito recibido el 29-4-2004; aceptado el 18-1-2005.

Introducción

Los estudios bibliométricos pretenden aportar datos sobre la situación de la producción científica de instituciones o países mediante diversos indicadores bibliométricos^{1,2}. Los primeros que introdujeron los estudios bibliométricos en España fueron los investigadores López y Terrada¹ hace tres décadas. Desde entonces se han realizado diversos e interesantes estudios analizando la producción científica española en biomedicina en general³⁻⁵, así como en disciplinas concretas como la anestesiología⁶, cardiología⁷, dermatología⁸, farmacia-farmacología⁹, neurociencias¹⁰ o neumología¹¹.

En el campo de las enfermedades infecciosas y microbiología se dispone de estudios bibliométricos sobre la producción científica en relación con la infección por el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH)¹²⁻¹⁵, y sobre la situación de la investigación en enfermedades infecciosas en España dentro del marco de la Unión Europea¹⁶.

La microbiología y sus áreas afines conjugan investigación básica y ambiental, e investigación aplicada a la medicina y a la sanidad animal. El espectro de investigación de esta ciencia va desde el estudio del microorganismo hasta la aplicación de tratamientos frente a los microorganismos responsables de las enfermedades. En los libros de texto de microbiología^{17,18} se incluyen secciones dedicadas a virus, bacterias, hongos y parásitos. La investigación sobre estos microorganismos pueden realizarse desde centros que trabajan en parcelas de la virología, bacteriología, micología o parasitología, o en instituciones dedicadas a la microbiología general o biología molecular.

El objetivo principal de este estudio fue analizar la producción científica en microbiología y áreas afines (parasitología, virología y micología) realizada en instituciones españolas desde 1990 a 2002. Además se pretendía conocer el grado de implicación de los diferentes sectores institucionales en la investigación microbiológica y la evolución de los indicadores bibliométricos durante el período estudiado.

Métodos

Obtención de los datos

La fuente de datos utilizada ha sido la base de datos MEDLINE, versión WEBSPIRS 4.2. Esta base de datos es específicamente médica, pero recoge únicamente la dirección institucional del primer firmante. Esta base de datos reúne unas 4.500 revistas de más de 70 países¹⁹. En esta base de datos en el campo dirección institucional ("address of authors" [AD]) figura el servicio y el centro del primer firmante. Excepcionalmente puede figurar el servicio de los diferentes autores del documento si pertenecen al mismo centro de trabajo. El campo AD no aparece en las cartas al director, editorial, artículos de prensa, actas de congresos o críticas de libros.

Estrategia de búsqueda

La búsqueda se realizó de la siguiente manera:

1. Para localizar las publicaciones de los investigadores en microbiología y áreas afines se utilizó la siguiente estrategia: "microb*" OR "virol*" OR "parasit*" OR "bacter*" OR "micol*" OR "mycol*" OR "retrovirus*" in "AD".
2. Para recuperar las publicaciones españolas en revistas extranjeras se empleó el campo AD; y la estrategia de búsqueda fue: "Spain" OR "España" OR "Spanien" OR "Espagne" OR "Espanha" OR "Spagna" in "AD".

3. Para encontrar todas las publicaciones nacionales en microbiología y áreas afines se empleó el campo CP o "Country of publication" (país de publicación). La estrategia de búsqueda fue: "Spain" in "CP".

4. La combinación empleada fue: #1 AND (#2 OR #3).

La búsqueda comprendió como última actualización (campo "Update Code" o código de actualización) la de 1 de agosto de 2003. En la depuración de la base de datos se excluyeron:

1. Los trabajos en los que figurasen más de un servicio firmante y el primero no fuera microbiología o una de las acepciones previamente comentadas.
2. Los trabajos firmados por un miembro de un departamento multidisciplinar en donde microbiología, parasitología, micología o virología fuera una parte del departamento (p. ej., Departamento de Microbiología y Genética) y que el tema del documento no fuera sobre microbiología o ciencias afines y lo hiciera en otra área del departamento (p. ej., Genética).
3. Los documentos de autores no españoles recogidos en revistas nacionales.

Tratamiento de los datos

Los datos obtenidos se almacenaron en la base de datos Excel. Esta base contenía la información exportada de la base de datos MEDLINE e incluía: el título de los documentos, los autores, el centro del primer firmante, la referencia, el ISSN (número internacional de serie estándar) de la revista, el país de publicación de la revista, el idioma del documento y el tipo de publicación. A partir de los datos anteriores se añadieron otros campos como el tema del documento, el sector institucional del centro y la comunidad autónoma (CC.AA.) de la institución firmante. El factor de impacto (FI) de las revistas se obtuvo de la publicación *Journal Citation Reports* (JCR) del Institute for Scientific Information (ISI) de Filadelfia (EE.UU.)²⁰ y se añadió manualmente el FI de cada revista y año a la base de datos.

Los distintos centros se agruparon en uno de los siguientes sectores institucionales: universidad, hospital, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), centros mixtos (CSIC-universidad), Instituto de Salud Carlos III (ISCIII), otros centros públicos o privados, industria farmacéutica y otros. En los documentos en los que figurase como primer centro un hospital universitario y una universidad, el documento se adscribió a la categoría de hospital. La denominación utilizada para las instituciones sanitarias ha sido la del Catálogo Nacional de Hospitales de 2003²¹. La forma como se recoge en la base de datos MEDLINE la dirección institucional puede suponer una limitación. Los autores de una misma institución pueden firmar de una forma diferente con nombres diferentes y ello puede suponer la adscripción de algunos centros a diferentes instituciones (p. ej., universidades y hospitales). Un mismo centro puede también figurar con varios nombres o el nombre del centro puede cambiar en el tiempo. Así hay centros que unas ocasiones figuran como universidad, en otras como CSIC-universidad y en otras sólo como CSIC. Por ello la adscripción de algunas instituciones a las diferentes categorías puede haberse visto afectada.

Siguiendo la clasificación temática de los principales libros de texto^{17,18} el tema de cada documento se asignó a una de las siguientes cinco categorías:

1. Bacteriología incluye el estudio de bacterias incluido micobacterias, *Chlamydia* y *Rickettsia*, pruebas de sensibilidad a las bacterias y agentes antibacterianos.
2. Micología incluye los aspectos relacionados con los hongos, pruebas de sensibilidad frente a los hongos y agentes antifúngicos.
3. Parasitología engloba el estudio de los parásitos y ectoparásitos, pruebas de sensibilidad de los parásitos a los fármacos, agentes antiparasitarios y terapéutica antiparasitaria.
4. Virología recoge el estudio de los virus, métodos de estudios de sensibilidad frente a los antivirales y agentes antivirales.
5. Otros, en la que se incluyeron los documentos que no pudieron incluirse en las categorías anteriores como pruebas de laboratorio. La reclasificación se realizó por un solo autor.

Indicadores

Los principales indicadores analizados fueron la productividad absoluta, la productividad relativa y el impacto de la investigación.

La productividad absoluta se determinó a través del número de documentos publicados por provincias, comunidades autónomas y centros. La productividad relativa de cada comunidad autónoma se estudió en función de parámetros económicos y demográficos. Como parámetro económico se utilizó el producto interior bruto (PIB) anual desde 1990 hasta 2001, recogido en el Banco de datos TEMPUS del Instituto Nacional de Estadística (INE)²¹. Este índice económico se resumió como la mediana de los documentos por 1.000 millones de € y año. Para los parámetros demográficos se utilizó la serie histórica de población de derecho desde 1990 hasta 1995 y la serie de estimación de población de cada comunidad autónoma desde 1996 hasta 2002 que figura en el Banco de datos TEMPUS del INE²¹. Este índice se expresó como la mediana del número de documentos publicados por millón de habitantes y año.

El impacto de la investigación se analizó mediante el FI de la revista. El FI de una revista representa las citas recibidas por el artículo medio de dicha revista en un determinado período de tiempo y por tanto puede usarse como un indicador de citas esperables para un artículo publicado en esa determinada revista²⁴. Por ello, el FI esperado (FIE) de un documento es el FI de su revista de publicación en el año en que se publicó el documento. El FIE medio de una institución, provincia o comunidad autónoma es la media aritmética de los FIE de los documentos analizados. Se considera FI relativo (FIR) al cociente entre la media del FIE de una institución o comunidad autónoma y la media del FIE de la producción total de España. Un FIR > 1 indica que los investigadores de esa institución o comunidad autónoma publicaron en revistas de mayor FI que el promedio de España. Por el contrario, un FIR < 1 indica la publicación en revistas con un FI menor a la media. Para comparar el FI de distintas áreas temáticas se midió la posición que ocuparía una revista de la disciplina en el año 1997 con el FIE medio calculado de la disciplina.

Análisis estadístico

Los datos recogidos se analizaron estadísticamente con el programa SPSS versión 11.0 para Windows (SPSS Inc., Illinois, EE.UU.). Los valores medios se expresaron como mediana más recorrido intercuartílico (RIC) y media más desviación estándar (DE). Para la comparación de variables categóricas se utilizó la prueba de la ji cuadrado (χ^2) con la corrección de Yates o la prueba exacta de Fisher cuando no se cum-

plían sus condiciones de aplicación. En el análisis de tendencias de variables categóricas se empleó la prueba de χ^2 de tendencias. En la comparación de variables cuantitativas se empleó el análisis de la varianza y la prueba de Kruskal-Wallis en caso de ausencia de normalidad (heterogeneidad de varianzas). Para medir la tendencia del número de artículos publicados cada año se seleccionó el coeficiente de regresión lineal al cuadrado (r^2) que mide la intensidad de asociación lineal y la pendiente de la recta (b) que cuantifica el incremento anual. Como nivel de significación estadística se consideró un valor de $p < 0,05$.

Resultados

Durante el período 1990-2002 la producción científica de autores españoles como primeros firmantes de artículos en el área de microbiología y áreas afines ascendió a 5.259 documentos. El número de documentos aumentó progresivamente durante el período analizado ($r^2 = 0,92$; $b = 25,6$; $p < 0,001$), y se duplicó desde 1990 a 2002 (253 en 1990 y 512 en 2002) (fig. 1). El idioma principal de los documentos fue el inglés con 4.160 (79,1%) artículos, seguido del español (1095; 20,8%) y del francés (4; 0,1%). Se observaron diferencias en el idioma empleado a lo largo del tiempo

TABLA 1. Revistas nacionales y extranjeras con mayor número de documentos

Publicación	Número de documentos	Porcentaje	Porcentaje acumulado
<i>Enferm Infecc</i>			
<i>Microbiol Clin*</i>	649	12,3	12,3
<i>J Clin Microbiol</i>	196	3,7	16,1
<i>Eur J Clin Microbiol</i>			
<i>Infect Dis</i>	183	3,5	19,5
<i>Antimicrob Agents</i>			
<i>Chemother</i>	183	3,5	23,0
<i>FEMS Microbiol Lett</i>	160	3,0	26,1
<i>J Bacteriol</i>	141	2,7	28,8
<i>Appl Environ Microbiol</i>	137	2,6	31,4
<i>Microbiologia /</i>			
<i>Int Microbiol*</i>	131	2,5	33,8
<i>J Antimicrob Chemother</i>	127	2,4	36,3
<i>Rev Clin Esp*</i>	113	2,1	38,4
<i>Med Clin (Barc)*</i>	101	1,9	40,3
<i>Rev Esp Quimioter*</i>	96	1,8	42,2
<i>Parasitol Res</i>	85	1,6	43,8
<i>Vet Parasitol</i>	76	1,4	45,2
<i>Microbiology</i>	68	1,3	46,5
<i>Infect Immun</i>	58	1,1	47,6
<i>Clin Infect Dis</i>	57	1,1	48,7
<i>Mol Microbiol</i>	55	1,0	49,7
<i>Yeast</i>	53	1,0	50,8
<i>Diagn Microbiol</i>			
<i>Infect Dis</i>	49	0,9	51,7
<i>Microbios</i>	49	0,9	52,6
<i>J Biol Chem</i>	46	0,9	53,5
<i>Res Microbiol</i>	41	0,8	54,3
<i>J Helminthol</i>	40	0,8	55,0
<i>Gene</i>	40	0,8	55,8
<i>J Appl Microbiol</i>	39	0,7	56,5
<i>J Med Microbiol</i>	39	0,7	57,3
<i>Mol Gen Genet</i>	39	0,7	58,0
<i>Clin Microbiol Infect</i>	39	0,7	58,8
<i>Chemotherapy</i>	39	0,7	59,5
<i>J Parasitol</i>	37	0,7	60,2
<i>Eur J Epidemiol</i>	36	0,7	60,9
<i>J Chemother</i>	36	0,7	61,6
<i>Arch Microbiol</i>	35	0,7	62,2
<i>Int J Parasitol</i>	32	0,6	62,8
<i>J Appl Bacteriol</i>	31	0,6	63,4
<i>An Esp Pediatr*</i>	30	0,6	64,0

*Publicación nacional.

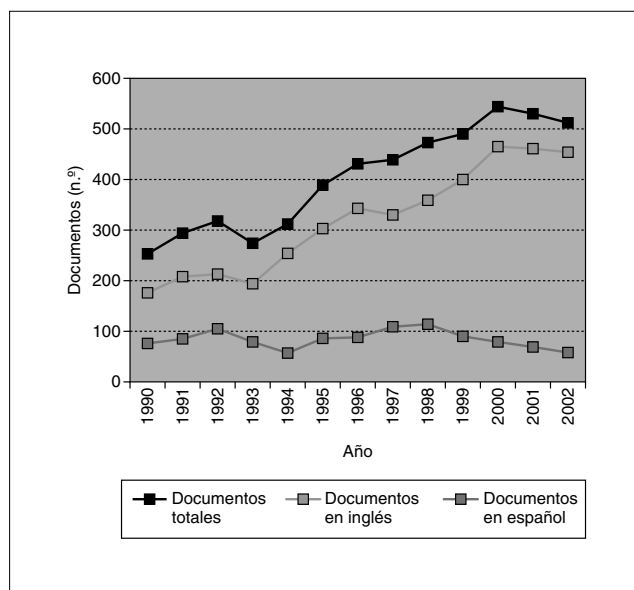


Figura 1. Evolución anual de la producción científica global y según el idioma de la publicación.

(fig. 1): el número de documentos en inglés aumentó sustancialmente ($r^2 = 0,95$; $b = 26,3$; $p < 0,001$) y casi se triplicó desde 1990 a 2002 (176 en 1990 y 454 en 2002). En cambio, el número de artículos en español disminuyó de 76 en 1990 a 58 en 2002.

Distribución de las publicaciones por revistas

Los artículos se publicaron en 449 revistas, 425 de editorial no española que recogieron 4.050 documentos y 24 editadas en España que incluyeron 1.209 publicaciones. Como sucedía con el idioma de la publicación, el número de documentos publicados en revistas extranjeras aumentó durante el período de estudio y disminuyeron en los últimos años los documentos en revistas nacionales. El 90% de los documentos de editorial no española fueron publicados en revistas de procedencia norteamericana (35,4%), inglesa (24,6%), holandesa (15,8%), alemana (13,1%) y francesa (3,4%). En la tabla 1 se muestran las 32 revistas extranjeras y las 6 nacionales que publicaron más de 30 documentos. Estas 38 revistas publicaron el 64% de los artículos.

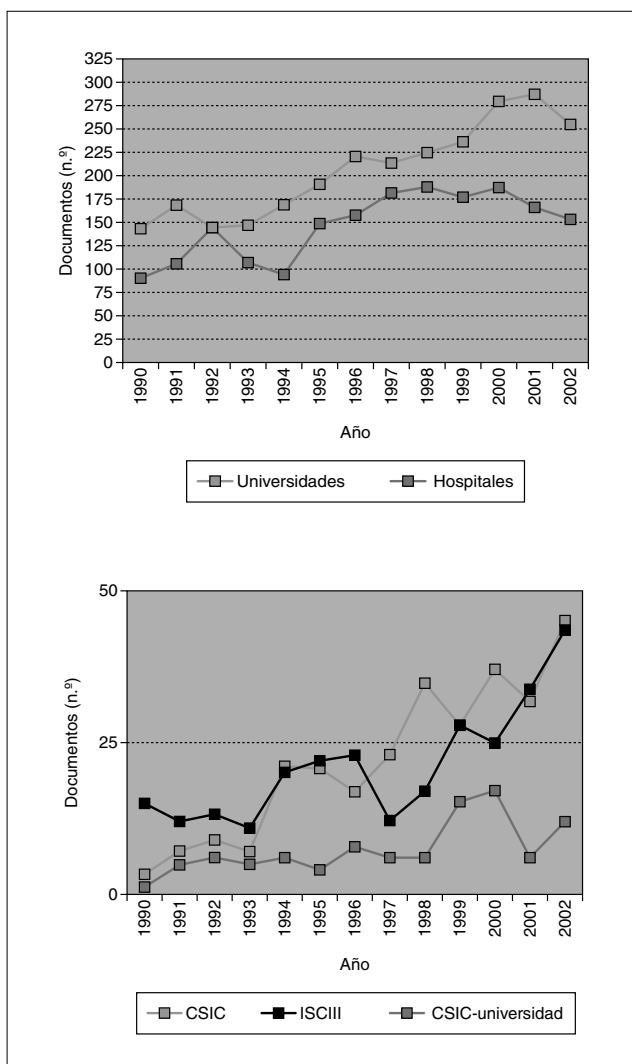


Figura 2. Evolución anual de la producción científica de los diferentes grupos institucionales.

Distribución de las publicaciones por sector institucional

Las instituciones con mayor producción fueron las universidades (50,9%), seguidas por los hospitales (35,8%), el CSIC (5,4%), el ISCIII (5,2%), los centros mixtos (1,8%) y otros (0,8%). La evolución de la producción científica fue mayor para los centros del CSIC ($r^2 = 0,90$; $b = 3,2$), y las universidades ($r^2 = 0,89$; $b = 12,1$), y menor medida para el ISCIII ($r^2 = 0,64$; $b = 2,0$) y los hospitales ($r^2 = 0,59$; $b = 7$) (fig. 2). Las instituciones que suelen publicar sus documentos en inglés son las universidades (93,6%), el CSIC (99%), el CSIC-universidad (99%), el ISCIII (88,3%) y en menor medida los hospitales (53,3%) ($p < 0,001$).

Universidades (tabla 2)

Aproximadamente el 50% de la producción universitaria se localizó en seis universidades: la Universidad de Barcelona, Complutense de Madrid, Autónoma de Barcelona, Valencia, Santiago de Compostela y Granada. La comunidad autónoma con mayor número de documentos publicados por instituciones universitarias fue Cataluña (20,3%),

TABLA 2. Distribución de la producción científica de las universidades

Principales universidades	Número de documentos	Porcentaje
Universidad (n = 2.675; 50,9%)		
Barcelona (UB)	278	10,4
Complutense Madrid (UCM)	265	9,9
Santiago de Compostela	247	9,2
Valencia	218	8,1
Autónoma de Barcelona (UAB)	206	7,7
Granada	178	6,7
Sevilla	167	6,2
León	130	4,9
Salamanca	124	4,6
País Vasco	111	4,1
Murcia	96	3,6
Alcalá de Henares	85	3,2
Oviedo	77	2,9
Zaragoza	67	2,5
Extremadura	65	2,5
Rovira i Virgili, Tarragona	47	1,8
Córdoba	46	1,7
Extremadura	39	1,5
Navarra	36	1,3
Miguel Hernández, Elche	34	1,3
Málaga	27	1,0
Facultad		
Biología, UB (Barcelona)	179	6,7
Ciencias, UAB (Barcelona)	146	5,5
Farmacia, UCM (Madrid)	145	5,4
Farmacia, Valencia	132	4,9
Farmacia, Santiago de Compostela	119	4,4
Biología, León	108	4,0
Medicina, País Vasco	94	3,5
Medicina, Sevilla	88	3,3
Farmacia, Granada	76	2,8
Farmacia, Salamanca	76	2,8
Farmacia, Alcalá de Henares	74	2,8
Medicina Oviedo	74	2,8
Veterinaria, Lugo	72	2,7
Biología, Valencia	72	2,7
Ciencias, Granada	62	2,3
Biología, Murcia	62	2,3
Farmacia, Sevilla	62	2,3
Farmacia, UB (Barcelona)	60	2,2
Medicina, UCM (Madrid)	60	2,2

seguida de Madrid (14,6%) y Andalucía (14,4%). Los artículos procedían de facultades de farmacia (27,7%), medicina (24,1%), biología (22,9%), ciencias (13,8%), veterinaria (9,6%), ingeniero agrónomo (1,5%) y odontología (0,4%).

Hospitales (tabla 3)

El 55% de los documentos procedían de Madrid (37,1%), Barcelona (18,3%), Valencia (4,7%) y Granada (4,7%). La tercera parte de la producción hospitalaria se concentró en 6 hospitales.

Organismos públicos de investigación (tabla 4)

Las publicaciones del CSIC se centró en las instituciones de Madrid y en Granada. La investigación del ISCIII fue fundamentalmente en el Centro Nacional de Microbiología de Madrid. Y el principal centro mixto (CSIC-universidad) fue el CSIC/Universidad de Salamanca.

Distribución geográfica de las publicaciones

Las comunidades autónomas más productivas fueron Madrid 29,2%, Cataluña (17,6%), Andalucía (14,6%), Castilla y León (9,2%) y Comunidad Valenciana (7,4%) que en conjunto reunieron el 78% de la producción científica (tabla 5). Tras ponderar por número de habitantes las

principales comunidades fueron Madrid, Castilla y León y Cataluña, las tres por encima de la mediana nacional de 10,8 documentos/millón de habitantes/año (RIC: 7,6-12,2) (fig. 3). Al ponderar por el PIB las comunidades de Madrid, Castilla y León, Andalucía, Murcia y Galicia estaban por encima de la mediana nacional de 0,88 documentos/mil millones de € de PIB/año (RIC: 0,82-0,89) (fig. 4). En la Comunidad de Madrid las principales instituciones fueron los hospitales (n = 699; 45,4%) seguidos de las universidades (n = 39; 25,4%); se concentraron más de la mitad de los centros del CSIC (56,5%) y todo el ISCIII. En cambio, en Cataluña las universidades publicaron más artículos que los hospitales (58,8 y 39,1%, respectivamente). La principal institución fue la universidad en las comunidades de Galicia (90,9%), Extremadura (86,6%), Murcia (74,4%), Asturias (71,7%), Valenciana (67,8%), Navarra (66,5%) y País Vasco (60%).

Distribución de las publicaciones por áreas temáticas. El área temática principal de los documentos fue la bacteriología (55,3%), seguida de la micología (16,8%), la parasitología (14,9%) y la virología (9,5%) (tabla 5). El crecimiento fue mayor en parasitología ($r^2 = 0,92$; b = 6,7), seguida de bacteriología ($r^2 = 0,79$; b = 11,3), micología ($r^2 = 0,74$; b = 4,3) y virología ($r^2 = 0,66$; b = 2,5) (fig. 5).

TABLA 3. Distribución de la producción científica de los hospitales

Principales hospitales (n = 1.882; 35,8%)	Documentos (nº)	Porcentaje
Hospital Ramón y Cajal (Madrid)	153	8,1
Hospital General Universitario Gregorio Marañón (Madrid)	121	6,4
Fundación Jiménez Díaz (Madrid)	98	5,2
Hospital Clínic i Provincial (Barcelona)	85	4,5
Hospital 12 de Octubre (Madrid)	79	4,2
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau (Barcelona)	76	4,0
Complejo Asistencial Son Dureta (Palma)	61	3,2
Complejo Hospitalario de Salamanca	58	3,1
Hospital Vall d'Hebron (Barcelona)	53	2,8
Hospital Universitario de La Princesa (Madrid)	51	2,7
Complejo Universitario San Carlos (Madrid)	50	2,7
Hospital Universitario San Cecilio (Madrid)	49	2,6
Hospital Severo Ochoa (Leganés, Madrid)	45	2,4
Hospital Universitario de Bellvitge (Hospitalet de Llobregat, Barcelona)	44	2,3
Hospital Clínico Universitario (Valencia)	43	2,3
Hospital Donostia (San Sebastián)	41	2,2
Hospital Universitario La Fe (Valencia)	40	2,1
Hospital Universitario Virgen de las Nieves (Granada)	39	2,1

TABLA 4. Distribución de la producción científica de los organismos públicos de investigación

Principales organismos públicos	Documentos (nº)	Porcentaje
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (n = 285; 5,4%)		
Centro de Investigaciones Biológicas (Madrid)	84	29,5
Instituto de Parasitología y Biomedicina López-Neyra (Granada)	70	24,6
Centro de Biotecnología Microbiana (Madrid)	54	18,9
Departamento de Microbiología del Suelo (Granada)	47	16,5
Instituto de Salud Carlos III (n = 276; 5,2%)		
Centro Nacional de Microbiología (Madrid)	247	89,5
Centro Nacional de Biología Fundamental (Madrid)	29	10,5
Consejo Superior de Investigaciones Científicas-Universidad (n = 97; 1,8%)		
CSIC/Universidad de Salamanca (Madrid)	91	93,8

TABLA 5. Producción absoluta, factor de impacto esperado (FIE) y factor de impacto relativo (FIR) de las comunidades autónomas

Comunidad autónoma	Número de documentos (% del total)	Número de documentos en revistas con FI (% de la CC.AA.)	FIE (media \pm DE)	FIR
Madrid	1.538 (29,2)	1.212 (78,8)	2,693 \pm 2,466	1,150
Cataluña	923 (17,6)	742 (80,4)	2,184 \pm 1,435	0,933
Andalucía	768 (14,6)	600 (78,1)	2,146 \pm 2,018	0,916
Castilla y León	483 (9,2)	421 (87,2)	2,951 \pm 2,649	1,260
Comunidad Valenciana	389 (7,4)	318 (81,7)	2,085 \pm 1,970	0,890
Galicia	298 (5,7)	245 (82,2)	1,628 \pm 0,889	0,695
País Vasco	185 (3,5)	125 (67,6)	1,696 \pm 1,811	0,724
Murcia	129 (2,5)	103 (79,8)	2,388 \pm 2,395	1,020
Aragón	127 (2,4)	92 (72,4)	1,671 \pm 1,348	0,713
Asturias (Principado de)	106 (2,0)	95 (89,6)	2,326 \pm 1,606	0,993
Canarias (Islas)	85 (1,6)	49 (57,6)	1,487 \pm 0,934	0,635
Extremadura	75 (1,4)	56 (74,7)	2,368 \pm 2,067	1,011
Baleares (Islas)	71 (1,4)	38 (53,5)	2,106 \pm 1,090	0,899
Navarra (Comunidad Foral de)	55 (1,0)	39 (70,9)	2,329 \pm 1,267	0,995
Castilla-La Mancha	16 (0,3)	3 (18,7)	2,382 \pm 1,037	1,017
Cantabria	6 (0,1)	3 (50)	1,534 \pm 1,763	0,655
Sin filiación	5 (0,1)			
Total	5.259	4.141 (78,4)	2,341 \pm 2,034	1,000

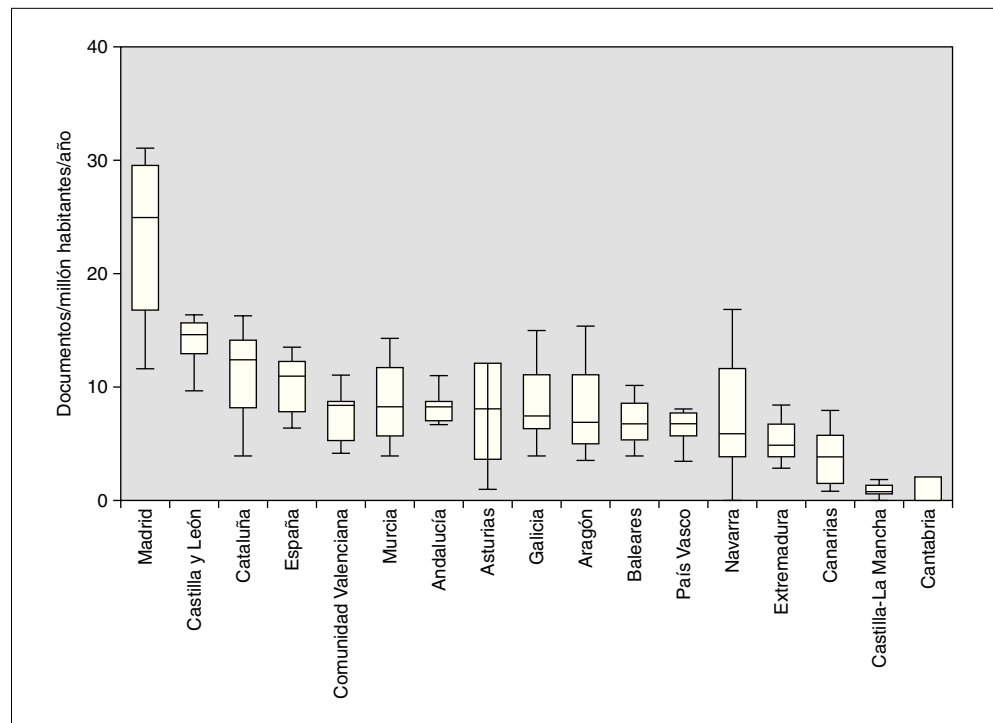


Figura 3. Producción relativa de las comunidades autónomas por millón de habitantes y año.

En la distribución del área temática por sector institucional se puede apreciar en los hospitales un predominio de la bacteriología (68,4%), en el ISCIII de la virología (36,4%) y el CSIC de la parasitología (27,8%).

Impacto de los documentos

De los 5.259 documentos analizados, 4.143 (78,8%) estaban publicados en revistas con FI. La mayoría (96,7%) de los documentos publicados en revistas de editorial extranjera tenían FI; lo que sólo ocurría en el 18,8% de los publicados en revistas españolas ($p < 0,001$). La propor-

ción de documentos de los hospitales (60,1%) publicados en revistas con FI fue significativamente inferior a la del ISCIII (84,8%), la universidad (88,8%), los centros mixtos (94,8%) y el CSIC (97,2%) ($p < 0,001$). A su vez la proporción de artículos procedentes de las universidades publicados en revistas con FI fue inferior a la publicada por el CSIC y los centros mixtos ($p < 0,001$).

El FIE medio del período 1990-2002 fue de $2,340 \pm 2,092$. Como es de esperar, el FIE medio de los documentos publicados en revistas extranjeras (2,445) fue superior a los publicados en revistas nacionales (0,448) ($p < 0,001$). Las co-

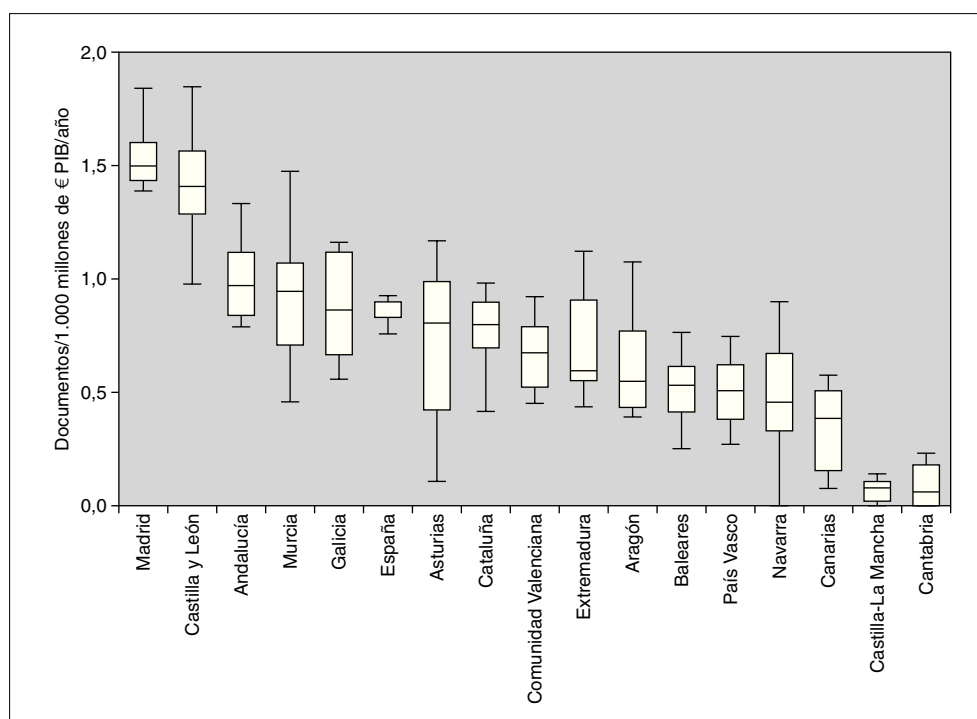


Figura 4. Producción relativa de las comunidades autónomas por mil millones de euros de producto interior bruto (PIB) y año.

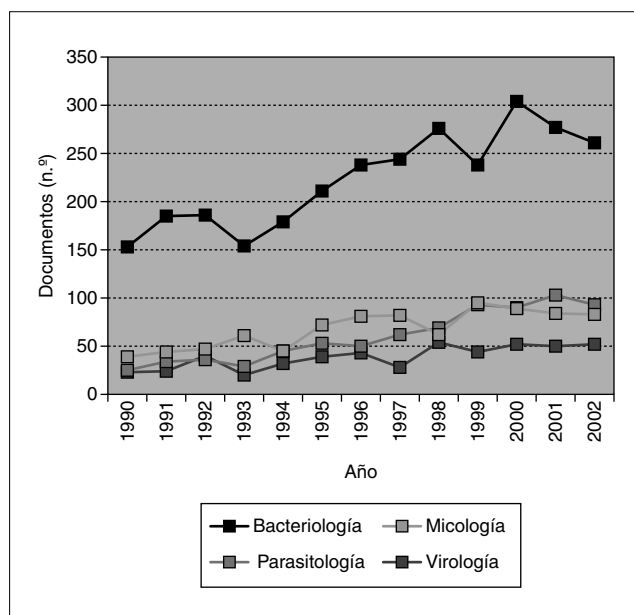


Figura 5. Evolución anual de la producción científica según el área temática de los documentos.

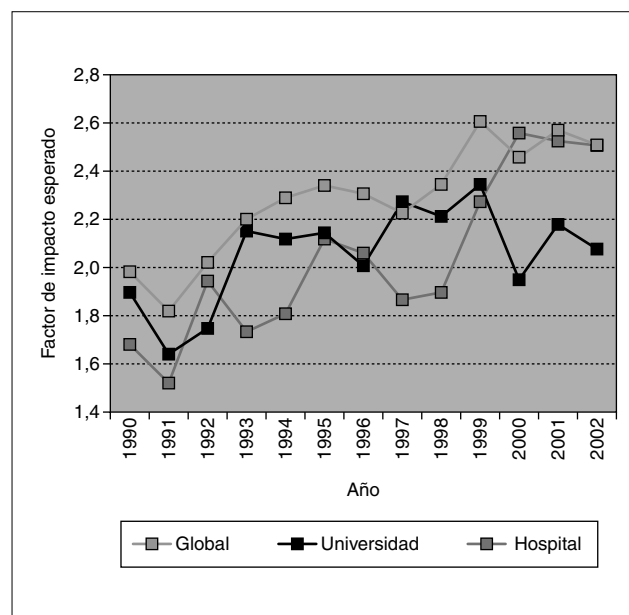


Figura 6. Evolución anual del factor de impacto esperado de todos los documentos y de los publicados por hospitales y universidades.

munidades con un FIR > 1 fueron Castilla y León, Madrid, Murcia, Extremadura y Castilla-La Mancha (tabla 5). El FIE medio de los centros del CSIC (3,981) y los centros mixtos (5,158) fue significativamente superior al de la universidad (2,080), los hospitales (2,110) y el ISCIII (3,091). A su vez, el FIE medio de los centros del ISCIII fue superior al de la universidad y al de los hospitales ($p < 0,001$). El FIE medio de los documentos que trataban de bacteriología (2,448) y micología (2,603) corresponderían al FI de

una revista del primer cuartil de la disciplina. En cambio, el FIE medio de parasitología (1,613) y virología (2,603) correspondería al FI de una revista del segundo cuartil de su correspondiente categoría temática.

Se ha observado una tendencia al ascendente del FIE medio a lo largo de los años ($r^2 = 0,81$; $b = 0,05$) que ha pasado de 1,977 en 1990 a 2,507 en 2002 (fig. 6). El FIE medio de los documentos publicados por las universidades ha aumentado sólo ligeramente de 1,906 en 1990 a 2,078 en 2002

($r^2 = 0,32$; $b = 0,03$); en cambio el FIE medio de los artículos publicados por los hospitales ha crecido notablemente a lo largo del período analizado de 1,682 en 1990 a 2,510 en 2002 ($r^2 = 0,77$; $b = 0,08$) (fig. 6). En los documentos firmados por el CSIC el crecimiento también es significativo de 1,082 en 1990 a 3,668 en 2002 ($r^2 = 0,56$; $b = 0,2$), pero no en los publicados por el ISCIII ($r^2 = 0,015$; $b = -0,02$).

Discusión

En primer lugar, los resultados de este estudio ponen de manifiesto que la producción científica de los profesionales españoles en microbiología y disciplinas afines se ha incrementado desde 1990 hasta 2002, como sucede con otras áreas de la medicina^{8,9,11,15,16} y con la producción biomédica en general^{3-5,22}. El crecimiento ha sido especialmente importante en los documentos publicados en revistas de editorial extranjera, lo que también se ha puesto de manifiesto en un estudio reciente sobre la producción científica en el campo de la infección por VIH/sida¹⁵. Esto puede deberse tanto a que el número de revistas de editorial extranjera incluida en la base de datos MEDLINE ha aumentado a lo largo de los años y en mayor proporción que las revistas nacionales²³ o a que realmente los investigadores nacionales hayan dedicado un mayor esfuerzo para que el resultado de sus investigaciones estuviera en revistas con una mayor proyección internacional¹⁶. El aumento de la producción científica en el campo de la microbiología puede haberse propiciado por una mejoría de las condiciones para la investigación atribuible a diversos factores, entre otros el incremento de las inversiones destinados a I + D²⁴ en el campo de la biomedicina, la mayor participación de instituciones públicas como el CSIC en la investigación en los aspectos de la microbiología básica y la mayor preparación de nuestros investigadores fomentada mediante programas de promoción de la investigación y formación de personal²⁵.

Este trabajo parte con unas limitaciones propias de los estudios bibliométricos y de los sesgos de la base de datos elegida para la recuperación de los documentos^{1,2}. Se eligió MEDLINE por ser la base de datos de recuperación de la información más empleada por la comunidad médica nacional¹⁹, e incluir la principal producción biomédica española que puede ser reconocida por la comunidad científica mundial. Esta base de datos se ha mostrado idónea para realizar estudios bibliométricos de la producción científica de autores españoles en el ámbito de las ciencias médicas²⁶ y en distintas áreas médicas^{6,8,11,15,27}. Se descartó la base de datos Science Citation Index (SCI) por recoger únicamente revistas con FI¹⁹, en su mayoría revistas extranjeras, y por no incluir en el período analizado las dos principales revistas del campo de la microbiología nacional.

Conviene resaltar otras limitaciones de la base MEDLINE, como que no permite obtener toda la información de algunos documentos, como editoriales o cartas de autoría española en revistas extranjeras, al no figurar la dirección institucional en la información recuperada de estos documentos¹⁹. Por otro lado, la base MEDLINE únicamente recoge la dirección institucional del primer firmante y no la del resto de los autores, lo que impide conocer el grado de coautoría (colaboración) entre instituciones nacionales y extranjeras¹⁹. Esto ha podido reducir el número de documentos recuperados. Por otro lado, en la investi-

gación sobre microbiología aplicada a las enfermedades existe una íntima colaboración de microbiólogos y clínicos²⁸, y mediante esta estrategia de búsqueda se han excluido probablemente un número no despreciable de publicaciones en las que el microbiólogo figura como segundo firmante del documento. Por ello, la información de este artículo se restringe a la investigación en donde el principal investigador está adscrito a la esfera de la microbiología. Esta estrategia de búsqueda favorece la selección de los documentos de microbiología básica sobre los de microbiología clínica. A su vez, ya que la microbiología básica se realiza más en las universidades que en los hospitales, probablemente esta estrategia ha favorecido un mayor reconocimiento investigador de las universidades respecto a los hospitales. En cambio, asignar a la categoría de hospitales los documentos en los que en la dirección de los firmantes figurase a la vez un hospital universitario y una universidad favorecería una mejor calificación de los hospitales como centros de investigación en temas básicos.

Otra limitación parte de la estrategia de búsqueda empleada^{29,30}. Se ha asumido que los investigadores en el campo de la microbiología y áreas afines están generalmente adscritos a centros de microbiología, parasitología, virología o micología. Así, hay líneas de investigación en microbiología realizadas en laboratorios de biología celular o molecular cuyas publicaciones no han podido ser recuperados con la estrategia empleada, como es el caso del Área de Bioquímica y Biología Celular de la Universidad de la Rioja, y lo mismo ha sucedido con otros centros de diferentes comunidades autónomas.

Y siguiendo con el comentario de los resultados, la revista con mayor número de publicaciones fue de editorial española, en concreto *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica* (EIMC) con el 50% de los documentos publicados en revistas españolas. Esto mismo se ha visto en otros estudios bibliométricos en los que se ha empleado la base MEDLINE, la primera revista de los investigadores españoles es de editorial nacional^{15,27}.

Respecto a las instituciones responsables de los documentos, si hablamos de producción biomédica global de los profesionales españoles, se reparten a partes iguales entre hospitales y universidades y en menor medida otras instituciones^{3-5,22}. En el campo de la microbiología, la mitad de los documentos fueron firmados por investigadores de universidades y en menor proporción de hospitales. Esta distribución está más próxima a áreas básicas de la biomedicina como neurociencias¹⁰ y farmacología-farmacia⁹ en las que el 56,8 y el 64,4% de las publicaciones procedían de las universidades; y se aleja de disciplinas clínicas, como dermatología⁸, neumología¹¹ o cardiovascular⁷ donde entre el 86 y el 98% de la producción científica se realiza en hospitales.

En cuanto a la producción de las universidades destacan en los primeros puestos las universidades con mayor número de alumnos en el ámbito nacional: Universidad de Barcelona, Complutense de Madrid, de Santiago de Compostela, de Valencia o Autónoma de Barcelona³¹. Los autores de los trabajos de investigación universitaria están repartidos en diferentes facultades, destacando los adscritos a las facultades de farmacia, medicina y biología. Por centros hospitalarios, el primer lugar lo ocupa el Hospital Ramón y Cajal de Madrid. Este centro se encuentra en las primeras posiciones en producción científica en otras áreas de la medicina^{11,15,22} y en la producción científica global de los profesionales es-

pañoles³. Le siguen el Hospital Gregorio Marañón y la Fundación Jiménez Díaz, ambos de Madrid; y un conjunto de centros hospitalarios de Madrid y Barcelona.

La distribución geográfica de la producción científica de los profesionales españoles en microbiología es equiparable a la observada para el conjunto de la producción científica española^{3-5,7,10,22}. La comunidad autónoma de Madrid lidera la producción científica, seguida de Cataluña. El liderazgo de Madrid podría deberse a que en esta comunidad está ubicado el Centro Nacional de Microbiología que trabaja como un centro de referencia nacional y a que tiene instituciones con financiación pública con un amplio nivel de investigación biomédica básica pertenecientes al CSIC y a centros mixtos CSIC-universidad.

Se debe aclarar que el FI no evalúa la calidad de la investigación, sino la visibilidad de las revistas y es necesario conocer las limitaciones de una interpretación fuera de su contexto^{22,31-33}. El 21,2% de los documentos se publicaron en revistas que no tenían FI y en su mayoría eran revistas de editorial española y publicadas en español. De ellas destacan dos revistas de microbiología nacional, una más clínica, EIMC, y otra más básica, *Microbiología SEM* publicada en español y que en 1998 cambió de nombre a *International Microbiology* y comenzó a publicarse en inglés. Con la inclusión de la revista EIMC en el JCR en el año 2003³⁴, así como con la esperada incorporación de la revista *International Microbiology* esta situación cambiará. El FI del año 2003 de la revista EIMC es de 0,869, más elevado de lo esperado al tratarse de una revista no escrita en inglés. Con este FI de la revista es posible que no se modificara la media del FIE de instituciones, centros y comunidades autónomas, pero sí aumentaría el número de documentos con un potencial mayor de repercusión internacional²⁹.

La media del FIE de los documentos fue de 2,340, similar al observado en otras áreas de la medicina^{4,5}. Cabe destacar el mayor FIE medio de los documentos del CSIC y CSIC-universidad. Estos centros cuentan con una amplia dedicación a la investigación básica, y las revistas que recogen las publicaciones en este campo suelen tener un mayor FI.

En resumen, en este trabajo se ha puesto de manifiesto un aumento progresivo de la producción científica española en microbiología y de la visibilidad o repercusión de los documentos publicados; especialmente con una presencia cada vez mayor de publicaciones en revistas extranjeras. También se ha constatado la importancia de las universidades en la investigación en microbiología y el papel de los centros del CSIC y CSIC-universidad en la repercusión en sus publicaciones.

Bibliografía

- López Piñero JM, Terrada ML. Los indicadores bibliométricos y la evaluación de la actividad médico-científica (I). Usos y abusos de la bibliometría. *Med Clin (Barc)*. 1992;98:64-8.
- Bordons M, Zulueta MA. Evaluación de la actividad científica a través de indicadores bibliométricos. *Rev Esp Cardiol*. 1999;52:790-800.
- Camí J, Fernández MT, Gómez Caridad I. La producción científica española en biomedicina y salud. Un estudio a través del *Science Citation Index* (1986-1989). *Med Clin (Barc)*. 1993;101:721-31.
- Camí J, Zulueta MA, Fernández MT, Bordons M, Gómez I. Producción científica española en biomedicina y ciencias de la salud durante el periodo 1990-1993 (*Science Citation Index* y *Social Science Citation Index*) y comparación con el periodo 1986-1989. *Med Clin (Barc)*. 1997;481-96.
- Camí J, Suñen E, Carbó JM, Coma L. Producción científica española en biomedicina y ciencias de la salud. Disponible en: <http://www.ixcii.es/fis/mapa>
- Figueredo E. Publicaciones científicas originadas en los departamentos de anestesiología españoles en el decenio 1989-1998. Autoría de los artículos. *Rev Esp Anestesiología Reanim*. 1999;46:378-84.
- Zulueta MA, Bordons M. La producción científica española en el área cardiovascular a través del *Science Citation Index* (1990-1996). *Rev Esp Cardiol*. 1999;52:751-64.
- Belinchón I, Ramos JM, Sánchez-Yus E, Miralles J, Betlloch I. Producción científica de los dermatólogos españoles en revistas internacionales por comunidades autónomas y provincias (1987-2000). *Actas Dermosifiliogr*. 2003;94:368-78.
- Bordons M, Barrigón S, Méndez A. La investigación española en revistas internacionales de farmacia y farmacología durante el periodo 1980-1989. *Med Clin (Barc)*. 1996;106:51-9.
- López-Muñoz F, Marín F, Boya J. Evaluación bibliométrica de la producción científica española en Neurociencia. Análisis de las publicaciones de difusión internacional durante el periodo 1984-1993. *Rev Neurol*. 1996;24:417-26.
- García Río F, Álvarez-Sala R, Gómez Mendieta MA, Ruiz Peña A, Serrano Peña S, Pino García JM, et al. Evolución de la producción científica española en revistas internacionales del sistema respiratorio de 1987 a 1998. *Med Clin (Barc)*. 2000;115:287-93.
- García-Ibáñez T, Sánchez E, Bosch A, Casabona J, Segura A. El sida en la literatura médica española (1985-1989): revisión de seis publicaciones. *Gac Sanit*. 1991;27:273-5.
- Alexandre R, De la Cueva A, Almero A, Osca J, Giménez JV. Diez años de la literatura sobre el sida (1983-1992): análisis bibliométrico. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 1995;13:338-44.
- Osca J. Producción bibliográfica española sobre el sida. Acercamiento bibliométrico. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 1997;15:407-10.
- Ramos Rincón JM, Belinchón Romero I, Gutiérrez Rodero F. La producción científica española respecto a la infección por el virus de la inmunodeficiencia humana/sida. Un estudio a través del MedLine (1991-1999). *Med Clin (Barc)*. 2001;645-53.
- Ramos-Rincón JM, Masía MM, Gutiérrez F. Producción científica en España en enfermedades infecciosas (1991-2001): posición en el contexto de la Unión Europea. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 2004;22:22-8.
- Murray JR, Baron EJ, Jorgensen JH, Pfaller MA, Tenover FC, editors. *Manual of Clinical Microbiology*. 8th ed. Washington: ASM Press; 2003.
- Tortra GJ, Funke BR, Case CL, editors. *Microbiology. An introduction*. 8th ed. Albany: Benjamin-Cummings; 2003.
- Alexandre Benavent R, Doménech Vidal S, Yegros Yegros A. Fuentes de Información en dermatología (II). Bases de datos de información bibliográfica. *Piel*. 2004;19:16-24.
- Science Citation Index. *Journal Citation Reports*. Institute for Scientific Information Inc., Filadelfia; 1990-2002. Disponible en: <http://www.isinet.com>
- Subdirección General de Información y Estadísticas Sanitarias. Catálogo Nacional de Hospitales. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo, 2003. Disponible en: <http://www1.msc.es/centros/catalogo/home.htm>
- Gómez Caridad I, Fernández Muñoz MT, Bordons Gangas M, Morillo Ariza F. La producción científica española en Medicina en los años 1994-1999. *Rev Clin Esp*. 2004;204:75-88.
- Ramos-Rincón JM, Gutiérrez-Rodero F. Evolución del factor de impacto de las revistas incluidas en la categoría "Infectious Diseases" del *Journal Citation Index* (1991-2001). *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 2003;21:387-90.
- Segovia de Arana JM. Investigación biomédica actual en España. *Rev Esp Cardiol*. 1999;52:765-6.
- Espinosa de los Monteros J, Díaz V, Toribio MA, Rodríguez Farré E, Larraza V, Conde J, et al. La investigación biomédica en España. Evaluación del Fondo de Investigación Sanitaria (FIS) a través de los proyectos de investigación financiados en el periodo 1988-1995. Informe final 1988.
- Pestaña A. El MedLine como fuente de información bibliométrica de la producción española en biomedicina y ciencias médicas. Comparación con el *Science Citation Index*. *Med Clin (Barc)*. 1997;109:509-11.
- Simó Miñana J, Gaztambide Ganuza M, Latour Pérez J. Producción científica de los profesionales españoles de atención primaria (1990-1997). Un análisis bibliométrico a partir de MEDLINE. *Aten Primaria*. 1999;23 Supl 1:14-28.
- Trilla A. Publicar o perecer. ¿Perecer por publicar? *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 2004;22:3-5.
- Lewison G, Grant J, Jansen P. International gastroenterology research: subject areas, impact, and funding. *Gut*. 2001;49:295-302.
- Mela GS, Cimmino MA, Ugolini D. Impact assessment of oncology research in the European Union. *Eur J Cancer*. 1999;35:1182-6.
- Avance Estadístico Curso 2002-2003. Universidades. http://www.mec.es/educa/ccuniv/html/estadistica/curso2002-2003/Avance_2002_2003.xls
- Camí J. Impactología: diagnóstico y tratamiento. *Med Clin (Barc)*. 1997;109:515-24.
- Garfield E. How can impact factors be improved? *BMJ*. 1996;313:411-3.
- Pascual A, Almirante B, Martínez-Martínez L, Miró JM. 2004: un año trascendental para Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 2004;22:1-2.