

**F. Moya-Anegón, Z. Chinchilla-Rodríguez, B. Vargas-Quesada, A. González-Molina**

*Grupo de Investigación SCImago. Departamento de Biblioteconomía y Documentación. Universidad de Granada, Colegio Máximo de Cartuja, s/n, 18071 Granada, España*

## Visualización de redes de colaboración internacional

Pages: 593-597

### **Current Research in Information Sciences and Technologies** Multidisciplinary Approaches to Global Information Systems

Vicente P. Guerrero-Bote (Editor)

Proceedings of the I International Conference on Multidisciplinary  
Information Sciences and Technologies, InSciT2006  
Mérida - SPAIN  
October, 25th-28th, 2006

ISBN-10 CD-ROM: 84-611-3106-1  
ISBN-13 CD-ROM: 978-84-611-3106-8

ISBN-10 Whole Edition: 84-611-3103-7  
ISBN-13 Whole Edition: 978-84-611-3103-7

ISBN-10 Volume II: 84-611-3105-3  
ISBN-13 Volume II: 978-84-611-3105-3

Open Institute of Knowledge  
(Instituto Abierto del Conocimiento)  
Antonio Álvarez 6  
06005 Badajoz, SPAIN  
Phone: +34 924221935  
Fax: +34 924221935  
<http://www.instac.es>

# Visualización de redes de colaboración internacional

F. Moya-Anegón, Z. Chinchilla-Rodríguez, B. Vargas-Quesada, A. González-Molina  
*Grupo de Investigación SCImago. Departamento de Biblioteconomía y Documentación. Universidad de Granada, Colegio Máximo de Cartuja, s/n, 18071 Granada, España*

Este estudio muestra representaciones visuales de la información científica a partir de las cuales, se pueden analizar diferentes aspectos sobre la colaboración internacional. El objetivo es: identificar la vertiente más internacional de la investigación siguiendo los flujos de conocimiento a partir de las publicaciones, establecer los principales ejes geográficos, mostrar las relaciones del dominio analizado con otros países, con cuáles de ellos se relaciona más, en qué medida y cómo repercuten estas relaciones en términos de visibilidad según los distintos tipos de colaboración. Su aplicación es doble: detectar diferencias relevantes que sirvan para caracterizar los patrones de comportamiento de cada uno de ellos o del sistema del que pueden formar parte, y la generación de representaciones que actúen como interfaces para el análisis de dominio.

Keywords: Bibliometría, Producción Científica, Colaboración Científica, Visualización, Análisis de Dominio.

## 1 INTRODUCTION

Hasta hace un par de décadas, la colaboración era el fruto de iniciativas individuales impulsadas mayoritariamente por razones intelectuales pero con un fuerte agravante social. La colaboración en ciencia es un reflejo de la interacción entre redes individuales, y éstas a su vez, son un reflejo de las redes institucionales y globales<sup>1 2</sup> Actualmente uno de los objetivos perseguidos por los países desarrollados es el fomento de la participación en colaboración en todos los niveles (nacional, internacional, interregional, institucional, etc.) y sectores productivos, a través de medidas en la política científica. Esto es así porque se considera de extrema importancia para facilitar el desarrollo sostenible, que es la base para alcanzar la independencia socioeconómica de los países en desarrollo. La cooperación en ciencia también favorece la movilidad de los investigadores y aumenta el acervo cultural y científico de los participantes<sup>3</sup>. En este contexto las redes que se establecen en colaboración internacional, dan cuenta de las funciones de las instituciones en dos aspectos distintos y complementarios: la vertebración de la estructura científica del conocimiento y la tarea de facilitar y simplificar la puesta en marcha de acciones encaminadas a la internacionalización de la investigación (movilidad, capacitación y extensión). Este hecho pone de manifiesto el interés del análisis de la colaboración internacional, su apertura o consolidación, la visibilidad en términos de impacto en la comunidad científica y las redes que se establecen en la generación/vertebración de conocimiento científico y tecnológico.

En este estudio se pretende describir una metodología para analizar parcialmente los patrones de colaboración internacional, en distintos dominios geográficos en un campo de investigación, a través de representaciones visuales de la información científica. El objetivo es: identificar la vertiente más internacional de la investigación siguiendo los flujos de conocimiento a partir de las publicaciones, establecer los principales ejes geográficos, mostrar las relaciones del dominio analizado con otros países, con cuáles de ellos se relaciona más, en qué medida y cómo repercuten estas relaciones en términos de visibilidad según los distintos tipos de colaboración. La finalidad es doble: detectar las diferencias relevantes que sirvan para caracterizar el comportamiento de cada uno de ellos o del sistema del que pueden formar parte y representar el fenómeno.

## 2 MATERIAL Y MÉTODOS

La información utilizada procede de las bases de datos *Science Citation Index*, *Social Sciences Citation Index* y *Arts & Humanities* de la Web of Science (Thomson Scientific). Se recuperan a partir del campo *Address*, los documentos pertenecientes a cada uno de los países representados en 2004. Se tiene en cuenta los datos del JCR relativos al impacto de las revistas. Los registros se vuelcan a una base de datos relacional y se normaliza la información tanto a nivel institucional como temático, geográfico y la referente al indicador Factor de Impacto-JCR<sup>4 5</sup>. Para el recuento de los registros se utiliza la cuenta completa, en la que un documento firmado por una o más instituciones o países pertenece a cada uno de ellos. Los tipos de colaboración son: Sin Colaboración, hace referencia a los documentos firmados por una sola institución; Colaboración Nacional, firmados por más de una institución nacional independientemente de la participación de instituciones extranjeras y Colaboración Internacional, firmados con al menos una institución de otro país.

La adscripción de las categorías ISI a grandes áreas temáticas obedece a la clasificación actualmente vigente en la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP)<sup>6</sup>. Los indicadores que se presentan, bien de forma tabular o gráfica son: producción en el área, número de países colaboradores, producción en colaboración internacional (documentos firmados con uno o más de un país) y factor de impacto relativo al dominio según tipo de colaboración.

A partir de esta información se ha creado una red heliocéntrica para el área Agricultura, tomando distintos países del área latinoamericana como nodo central. El volumen es proporcional al porcentaje de documentos en colaboración con ese país. Su color responde a la pertenencia de cada país a una región geográfica. Alrededor del nodo orbitan a una mayor o menor distancia aquellos países con los que colabora y su relación se representa con una línea cuya distancia es inversamente proporcional a la visibilidad. De manera que los países más cercanos al centro son con los que se consigue una mayor visibilidad y los más lejanos con los que menos impacto obtiene. Así se puede detectar rápidamente con qué países se publica más (mayor volumen) y con cuáles consigue ser más visible (más cercanos al centro).

Por otra parte, para poder comparar cómo de visible puede ser la asociación con un país determinado, se representan tres círculos concéntricos con los valores relativos del impacto según el tipo de colaboración. Estos círculos son el referente nacional a la visibilidad que alcanzan los documentos publicados Sin Colaboración (verde), en Colaboración Nacional (azul) y en Colaboración Internacional (rojo). Así conseguimos situar aquellos países que aportan más o menos visibilidad en función de su pertenencia a cada uno de los círculos o a la periferia (resto del espacio-menor visibilidad), y determinar cuáles se sitúan por encima o por debajo de la media de impacto por tipos de colaboración. La información visual se complementa con una tabla que muestra los indicadores tratados en el análisis y que se estructura en dos partes: información sobre el campo y sobre el país y con el análisis de correlación entre las variables.

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis de la colaboración tanto a nivel temático (izquierda) como geográfico (derecha). El país con mayor volumen de producción en el área es Cuba con un 16%, seguido de México y Argentina con aportaciones similares y a mucha distancia España con apenas un 3%. Sin embargo, México presenta las mayores tasas de colaboración internacional, seguido de Brasil y Cuba y finalmente España con un 27,85%. El país que obtiene los mejores resultados de visibilidad en el campo es España seguido de México. Por otra parte, se puede ver cómo España duplica la producción de Brasil y éste a su vez, la de México. Cuba es el país con el menor tamaño. Con respecto a los patrones de colaboración de cada país en todas las áreas temáticas, la proporción de documentos sin colaboración en los tres mayores supera el 42% mientras que en Cuba apenas alcanza el 25%. Brasil es el país que obtiene las mayores tasas sin colaboración y también el que más produce en colaboración con instituciones nacionales (54,01%) seguido de España. En colaboración internacional destaca la tasa de Cuba donde más de la mitad de su producción se firma con otro país (54,76%) y en el otro extremo, la de Brasil. El país con una mayor visibilidad en todos los campos en 2004 es España seguido de México, Cuba y Brasil.

Tabla 1. Indicadores Básicos

	ÁREA ANEP - AGRICULTURA									PAÍS								
	# países	% países	ndoc	% ndoc	col-int	% int	fin-sin	fin-nac	fin-int	países	ndoc	%sin	fin-sin	% nac	fin-nac	%int	fin-int	fin
España	52	39,39	1034	2,92	288	27,85	1,20	1,18	1,19	132	35412	42,71	1,02	30,31	1,09	33,53	1,13	1,08
Brasil	66	53,66	1577	8,52	499	31,64	0,69	0,75	0,86	123	18507	45,99	0,80	54,01	0,84	29,97	0,90	0,83
México	48	48,98	728	9,24	282	38,74	0,90	0,94	1,05	98	7876	42,88	0,94	25,49	0,96	37,97	1,04	0,98
Cuba	16	26,67	115	16,11	36	31,30	0,66	0,79	0,92	60	714	24,71	0,77	21,10	0,89	54,76	1,01	0,92

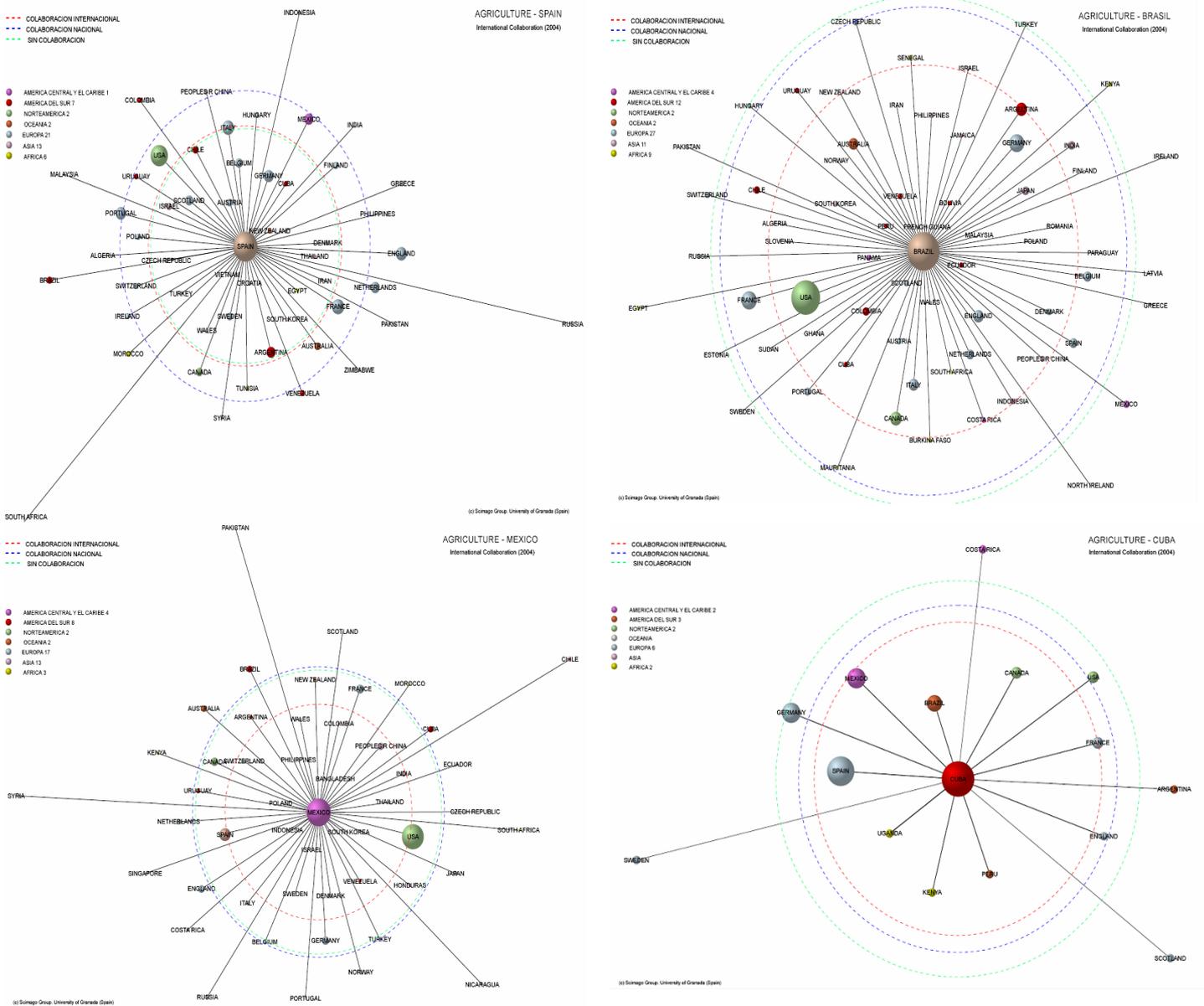
(Área ANEP - #países: países con los que colabora; % países: porcentaje de países colaboradores con respecto al total nacional; ndoc: número de documentos en el campo; %ndoc: porcentaje de documentos en el campo con respecto al total nacional; col-int: número de documentos en colaboración internacional; %int: porcentaje de documentos en colaboración en el área temática; fin: factor de impacto normalizado del área // PAÍS - países: número total de países con los que colabora el país en todos los campos; ndoc: producción en 2004; %sin: tasa de documentos firmados por una sola institución; fin-sin: factor de impacto normalizado para los documentos sin colaboración; % nac: tasa de documentos firmados con uno o más instituciones nacionales; fin-nac: factor de impacto normalizado para los documentos en colaboración nacional; %int: tasa de documentos firmados con uno o más países; fin-int: factor de impacto normalizado para los documentos en colaboración internacional; fin: factor de impacto normalizado para los documentos producidos por cada país en todas las áreas temáticas)

#### Porcentaje del área temática con respecto al total nacional y tasas de colaboración internacional (% ndoc vs % ncol)

Cuba con el doble de producción que Brasil presenta una tasa de colaboración similar y en el otro extremo, España con un volumen mucho menor consigue tasas ligeramente inferiores a los demás países. Por

tanto, existe una descompensación entre volumen de producción y tasas de colaboración internacional, ( $r = 0,29$ ). Por otro lado, si se comparan las tasas de colaboración internacional en el campo con las del país, se puede apreciar que Brasil y México colaboran con socios extranjeros por encima de la media nacional (columnas %int), sin embargo en Cuba y en España (en menor medida), hay áreas más internacionales que la Agricultura.

Tabla 2. Mapas de Colaboración Internacional: España, Brasil, México y Cuba



**Número de países con los que se relaciona (países vs ncol)**

Una de las tesis que se mantienen en torno a la colaboración es que hay una relación inversamente proporcional entre el volumen de producción y el de colaboración debido a la necesidad de establecer contactos externos en los países pequeños con pocos recursos y a la capacidad de los países grandes de explotar internamente los suyos. De manera que para los dominios más pequeños resulta especialmente útil contar con la participación de los más grandes que tienen desarrollos más importantes y sistemas más consolidados<sup>7</sup>. Esta hipótesis se cumple en los países tratados ( $r = -0,73$ ), Cuba es el país con menor volumen y con la tasa de colaboración más alta y además apenas hay solapamiento entre los documentos producidos en colaboración nacional e internacional, frente a Brasil que tiene la mayor tasa de colaboración nacional y el mayor solapamiento.

Este patrón puede variar dependiendo de las áreas temáticas y en el caso de la Agricultura nos

preguntamos si el volumen de producción internacional tiene algo que ver con el número de países que participan. Brasil y España establecen las redes más grandes (66 y 52 países) pero la intensidad de la relación es mayor en México que se relaciona con menos países (48) pero tiene la mayor tasa de colaboración. Cuba es el país con menos relaciones pese a tener la mayor producción en el campo y tasas similares a Brasil. Estas relaciones se muestran en los mapas (líneas) así como las áreas geográficas (color de los nodos) más afines para cada país. Mientras que para México, España y Brasil, Asia es un socio importante (se relacionan con 13, 13 y 11 países respectivamente), Cuba no tiene ninguna relación con él. Lo mismo pasa con Oceanía con la que no tiene contactos frente a los demás países estudiados. Brasil es el que más colabora con África (9) y con Europa (27) seguido de España (6 y 21 respectivamente). Además mantiene relaciones con la práctica totalidad de América del Sur (12) y Central (4) probablemente por la proximidad geográfica<sup>8,9</sup> y la cercanía lingüística y cultural<sup>10,11</sup>. España colabora con 7 países sudamericanos pero solo establece contactos con un país de América Central. En México también se dan relaciones más fuertes con los países más cercanos.

### **Relación entre las tasas de colaboración y visibilidad (ncol vs fir)**

Otro de los patrones de comportamiento que se menciona en la literatura es que hay una correlación positiva entre el factor de impacto de la revista en la que se publica y la participación de más de un autor (individual o institucional)<sup>12</sup>. Según aumenta el número de socios lo hace el impacto de esos documentos y además, que la visibilidad que se obtiene en colaboración extranjera es mayor que cualquier otra<sup>13,14,15,16</sup>. En términos generales, se confirma este fenómeno (Tabla 1: columna fin-sin, fin-nac y fin-int-país) y en la posición de las órbitas en los mapas (por cercanía al nodo central: órbita roja, azul y verde), sin embargo, no son los países que más relaciones tienen los más visibles ( $r = 0,12$ ).

Por otra parte, en el campo estudiado se da un fenómeno anormal y el patrón se invierte en España. Véase que los documentos firmados sin colaboración alcanzan valores de impacto más altos que los producidos en colaboración nacional y éstos a su vez, son mayores que para la internacional. Esto nos lleva a afirmar que España es un buen socio potencial. Hecho que se constata teniendo en cuenta que los países que más colaboran a nivel internacional son México y Brasil, y sin embargo, España siendo el que menos, consigue mejor visibilidad en el conjunto de la producción.

Con respecto a las representaciones entre los países estudiados, si se compara su posición en cada mapa, se puede ver con qué países se obtiene la mayor visibilidad (cercanía al nodo central) independientemente del volumen de producción (tamaño de la esfera) comentado en el punto anterior. Así podemos comprobar como España es mejor socio para Brasil que a la inversa, ya que los documentos coautorados con Brasil se sitúan en la órbita de su impacto nacional, mientras que en España esa visibilidad está por debajo de los valores mínimos de impacto alcanzados en el área (periferia). Con Cuba (órbita internacional) y con México (órbita nacional) se ve más beneficiado en términos de visibilidad.

Si nos centramos en la órbita internacional se pueden identificar rápidamente cuáles son los mejores socios. Cuba produce los documentos con mayor impacto con Brasil, Perú, Canadá, Uganda Kenya, España y Francia. Sin embargo, con Suecia, Escocia y Costa Rica obtiene los menores valores. España colabora con 26 países con los que obtiene un impacto muy superior a la media nacional, entre los que se encuentran 14 socios europeos, 6 asiáticos y 3 sudamericanos. Para Brasil, los socios centro y sudamericanos son fuertes tanto en producción como en visibilidad a excepción de Chile, Uruguay, Paraguay y México. En México, no se da esta relación beneficiosa con sus vecinos, solo Venezuela y Colombia actúan como aliados visibles y por otro lado, USA y España parecen determinar la media de la colaboración internacional.

## **4 CONCLUSIONES**

El análisis de la colaboración científica aporta información relacional que permite complementar el análisis bibliométrico con el análisis de redes sociales, dentro del paradigma del Análisis de Dominio<sup>17</sup>. En este estudio, el análisis propuesto combina la información bibliométrica con la representación esquemática del dominio, de manera que permite el análisis de los flujos de información de una manera intuitiva y fácilmente replicable en cualquier nivel de agregación (regional, nacional, temático, institucional, individual, etc). Creemos que es útil para investigadores y gestores. Que se puede utilizar como una herramienta estratégica en la toma de decisiones sobre alianzas estratégicas, ya que permite describir aspectos sobre la apertura de un determinado dominio, los lazos dependiendo de la proximidad geográfica y su repercusión en términos de producción y visibilidad.

Por otra parte, el análisis nos lleva a plantearnos nuevos interrogantes como cuáles son las áreas de especialización y su rol en la colaboración, qué instituciones están detrás de esos países y qué papel

desempeñan en la red, cuáles son las políticas de fomento de la colaboración en investigación, etc. Por tanto, este análisis debería complementarse con otras informaciones que ayuden a la contextualización y a la solidez de la información.

Su aplicación como interfaz y herramienta de análisis se ha implementado en un prototipo de Sistema de Información dentro del proyecto “Atlas de la Ciencia”<sup>18</sup> desarrollado por el Grupo Scimago<sup>19</sup>.

## REFERENCIAS

- [1] Kyvik, S. y Larsen, I. M. (1994) International Contact and Research Performance. *Scientometrics* 29(1):161-172.
- [2] Kretschmer, H. (1993) Measurement of Social-Stratification - A Contribution to the Dispute on the Ortega Hypothesis. *Scientometrics*. 26(1):97-113.
- [3] Ministerial Declaration on International Science and Technology Co-operation for Sustainable Development (23-24 October 2003). *Reunión de Ministros de Ciencia y Tecnología*. OCDE: DSTP/STP(2003)34
- [4] Moya-Anegón, F., Chinchilla-Rodríguez, Z., Corera-Álvarez, E., Herrero-Solana, V., Muñoz-Fernández, F.J., Vargas-Quesada, B. (2005) Indicadores bibliométricos de la actividad científica española – 2004. Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.
- [5] Chinchilla Rodríguez, Z y Moya-Anegón, F. La investigación científica española (1995-2002): una aproximación métrica. Granada: Universidad, 2006
- [6] Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva.  
Accesible en: <http://www.mec.es/ciencia/jsp/plantilla.jsp?area=anep&id=24> Consultado 10-3-2005
- [7] Melin, G. y Persson, O. (1996) Studying Research Collaboration Using Co-Authorships. *Scientometrics* 36, (3): 363-377.
- [8] Bridgstock, M. (1991) The Quality of Single and Multiple Authored Papers - An Unresolved Problem. *Scientometrics* 21 (1):37-48.
- [9] Katz, J.S. (1994) Geographical Proximity and Scientific Collaboration. *Scientometrics* 31, (1):31-43.
- [10] Lewison, G. y Igc, R. (1999) Yugoslav Politics, Ethnic Cleansing and Co-Authorship in Science. *Scientometrics* 44,(2):183-192.
- [11] Markusova, V. A. (2000) Collaboration between Russian and Western Scientists. *Second Berlin Workshop on Scientometrics and Informetrics: Collaboration in Science and in Technology*; Free University Berlin. COLLNET: Collaboration Network. (2000); 1-2 Sep
- [12] Lewison, G. y Cunningham, P. (1991) Bibliometric Studies for the Evaluation of Trans-National Research. *Scientometrics* 21, (2):223-244
- [13] Katz, J.S. y Martin, B.R. (1997) What Is Research Collaboration. *Research Policy* 26 (1):1-18.
- [14] Narin, F., Stevens, K. y Whitlow, E.S. (1991) Scientific Cooperation in Europe and the Citation of Multinationally Authored Papers. *Scientometrics* 21, (3):313-323.
- [15] Katz, J.S. y Hicks, D. (1997b) How Much Is a Collaboration Worth? A Calibrated Bibliometric Model. *Scientometrics* 40, (3): 541-554.
- [16] Gómez, I.; Fernández, M.T.; Méndez, A. (1995) Collaboration patterns of Spanish publications in different research areas and disciplines. En M.E.D. Koenig y A. Bookstein (eds.) *Proceedings of the Fifth Biennial Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics*. River Forest. Estados Unidos, p. 187-196.
- [17] Hjørland, B. and Albrechtsen, H. (1995) Toward a New Horizon in Information-Science: Domain Analysis. *Journal of the American Society for Information Science*. 46(6):400-425.
- [18] Moya-Anegón, F., Herrero-Solana, V., Vargas-Quesada, B., Chinchilla-Rodríguez, Z., Corera-Álvarez, E., Muñoz-Fernández, F. J., Guerrero-Bote, V., Olmeda-Gómez, C. (2004) Atlas de la Ciencia Española: propuesta de un sistema de información científica. *Revista Española de Documentación Científica*, 27 (1): 11-29
- [19] Grupo SCImago. <http://www.scimago.es>