



**El desarrollo de la eco-economía en España a partir
del análisis de sus publicaciones y patentes
(1995-2009)**

Autor: María Luisa Lascurain Sánchez

Institución: Universidad Carlos III de Madrid

Otros autores: Carlos García-Zorita (Universidad Carlos III de Madrid); Antonio Serrano-López (Universidad Carlos III de Madrid); Peter Ingwersen (Royal School of Library and Information Science, Denmark); Elías Sanz-Casado (Universidad Carlos III de Madrid)

Resumen

Los nuevos modelos económicos en muchos de los países desarrollados están ligados a la incorporación de criterios de sostenibilidad basados en la incorporación del conocimiento científico y tecnológico a los sectores de producción. La existencia de esos conocimientos generados como consecuencia de las actividades de I+D en los sectores públicos y privados en España tiene un carácter estratégico por su capacidad de contribuir al desarrollo de los sectores productivos y de los servicios implicados en el eco-economía.

A partir del análisis de la literatura científica recogida en las bases de datos de la Web of Science durante el periodo 1995-2009 se han determinada las características de la producción científica de los autores españoles que investigan en temas relacionados con la eco-economía, detectándose un creciente interés y un aumento en la colaboración científica en general y de la colaboración internacional en particular. El ámbito temático de la “utilización y reutilización de recursos” acapara el interés de una gran parte de los investigadores, si bien las publicaciones que tratan sobre “generación de energías renovables” tienen una notable presencia en los últimos años analizados.

Las “patentes verdes” también se incorporan al conjunto de las invenciones patentadas concedidas por la OEPM, pasando de porcentajes muy pequeños en los primeros años de estudio a una presencia mayor al final del mismo. Destacan las categorías temáticas relativas a “energía solar” y “control de la contaminación”.

Palabras claves: Eco-economía; publicaciones científicas; patentes; indicadores bibliométricos

1. Introducción:

La eco-economía representa una forma de progreso que pone en valor los mecanismos que salvaguardan los recursos medioambientales, fuente de los sistemas productivos y de los consumidores, y que apuesta por la obtención de los beneficios que se obtienen de dichos recursos sin agotarlos, previniendo la degradación ambiental y la pérdida de la biodiversidad. En este sentido España, como el resto de los países de la Unión Europea, se enfrentan a retos sustanciales para atenuar el impacto que los actuales modelos económicos producen en el ambiente y en la calidad de vida de los ciudadanos (Comisión Europea, 2008, 2011; Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino, 2008; Nash, 2009). Especial importancia han tenido la puesta en marcha de sendos planes nacionales sobre energías renovables, el Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010 (Ministerio de Ciencia y Tecnología, 1999) y su revisión y continuación en el Plan de Energías Renovables 2005-2010 (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2005). Por su parte, la OCDE realiza una importante labor de sensibilización en relación con el desarrollo sostenible a través de diversos programas que potencian estudios sobre el tema. Así, el *Horizontal Programme on Sustainable Development* (OECD, 2011) promueve estudios supervisados en al *Annual Meeting of Sustainable Development Experts* (AMSDE) donde expertos de distintos países analizan los progresos y perspectivas de desarrollo sostenible de países de su entorno. La OCDE trabaja con la Comisión de Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (UNCSD) y con la UNESCO.

Todos estos desafíos se afrontan en base a criterios científicos y técnicos, por lo que tanto las publicaciones como las invenciones patentadas se centran cada vez más en el ámbito de la eco-economía.

A partir de estos supuestos, el LEMI (Laboratorio de Estudios Métricos de la Información) de la Universidad Carlos III de Madrid, se propuso abordar un proyecto de investigación dedicado al análisis de las capacidades científicas y tecnológicas de la eco-economía en España mediante la utilización de indicadores cuantitativo y cualitativos de I+D+i.

El estudio preliminar que aquí se expone, se plantea como **objetivo** presentar los primeros resultados obtenidos sobre las publicaciones españolas relacionadas con eco-economía durante el periodo 1995-2009 incluidas en la Web of Science (WoS) y de las denominadas “patentes verdes” concedidas por la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM).

2. Metodología.

Para la recuperación de las publicaciones españolas que tratan sobre eco-economía se han utilizado las bases de datos multidisciplinares de la *Web of Science* (SCI, SSCI y las bases de datos de *Proceedings*) accesibles a través de la plataforma *Web of Knowledge* (WoS, Thomson Reuters), acotando el espacio temporal a los años comprendidos entre 1995 y 2009.

Para la delimitación geográfica se han buscado los documentos que en el campo dirección incluyesen al menos una institución española. Como tipología documental, se han seleccionado tanto los artículos, como las actas de congresos y las revisiones.

En cuanto a la adscripción temática, se ha diseñado una estrategia de búsqueda, tras la discusión con expertos, que permite recuperar los trabajos relativos a las áreas relacionadas con “Renewable energy generation”, que incluye los subcampos de “Renewable Energy”, “Wind Power”; “Solar Energy”; “Geothermal Energy” y “Wave (Marine/Ocean) Energy” al área de “Utilization and reutilization of resources” con los subcampos de “Energy Efficiency”; “Combined Energy Systems”; “Soil”; “Air” y “Waste” y el de “Biological Sub-products” con los subcampos de “Bio Fuels”, “Biomass Energy And Biogas” y “Sustainable Development” (Sanz-Casado y otros, 2012).

Los 15810 registros recuperados se descargaron en un archivo de texto etiquetado para el que se desarrollaron *scripts* con el lenguaje de programación Perl. Para el manejo de los datos se diseñó una base de datos relacional administrada por el gestor MySQL.

Con respecto a las patentes, la fuente de información ha sido la base de datos INVENES, de la Oficina Española de Patentes y Marcas, de donde se han seleccionado y exportado aquellas concedidas por dicha Oficina entre 1995 y 2009 con al menos un solicitante español. Para la delimitación temática se han seleccionado únicamente las patentes con códigos incluidos en el Índice de Palabras clave de Tecnologías Verdes, desarrollado por el comité de expertos de la CIP para facilitar la búsqueda de información sobre “patentes verdes”, establecidas por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio climático (CMNUCC). Del conjunto de 26518 patentes españolas del periodo 1995-2009, 819 se consideraron “patentes verdes”.

Para el tratamiento de los datos se procedió a la elaboración de tablas de contingencias y a la obtención de indicadores unidimensionales relativos a producción científica y su evolución anual, variación interanual, números índice y crecimiento medio acumulado (CMA), para calcular la tasa porcentual media a la que la producción bibliográfica ha ido creciendo anualmente desde el primero al último año considerado, temática de publicación y colaboración. Para los indicadores multidimensionales se empleó el Análisis de tendencias (AC) para relacionar las fechas de publicación y las temáticas. Este análisis fue realizado con el programa estadístico Xlstat. En cuanto a los datos obtenidos de las invenciones patentadas, se obtuvieron indicadores de producción similares a los obtenidos para las publicaciones e indicadores relativos a la temática.

3. Resultados

Se muestran a continuación los principales resultados obtenidos a partir de los datos obtenidos de las publicaciones recuperadas en la *Web of Science*, un total de 15810 trabajos que tratan sobre eco-economía firmados por investigadores españoles durante el periodo 1995-2009 y de aquellos que figuran en las 819 patentes concedidas por la OEPM en el mismo periodo que cumplen los requisitos para ser consideradas “patentes verdes”

3.1. Publicaciones en la WoS.

3.1.1. Evolución temporal de las publicaciones.

A lo largo de los 15 años que abarca el estudio se han recuperado 15810 registros de las bases de datos de la WoS que cumplían los requisitos planteados en la estrategia de

búsqueda establecida. Los datos sobre su evolución temporal, variación interanual y los números índice (base año 1995) se muestran en la tabla I.

Tabla I: Evolución temporal de las publicaciones españolas sobre eco-economía en las WoS (1995-2009)

Año	Frec	VarInterAnual	NumIndice	VarBAs
1995	197	-	100	-
1996	249	26,40%	126	26
1997	308	23,69%	156	56
1998	580	88,31%	294	194
1999	625	7,76%	317	217
2000	647	3,52%	328	228
2001	731	12,98%	371	271
2002	859	17,51%	436	336
2003	883	2,79%	448	348
2004	1062	20,27%	539	439
2005	1337	25,89%	679	579
2006	1584	18,47%	804	704
2007	1922	21,34%	976	876
2008	2159	12,33%	1096	996
2009	2667	23,53%	1354	1254

De los 197 documentos que se aparecen en el primer año analizado, 1995, se llegan a recuperar hasta un total de 2667 en el año 2009, con una media al de 1054 documentos anuales para el total del periodo analizado. Existen notables diferencias entre los primeros años y los últimos y de hecho, la media se triplica (pasa de 476,71 a 1659,14). Si consideramos la variación interanual, el dato también es positivo, ya que aumenta en todos los con valores que oscilan entre el 2,79% para el año 2003 hasta el 88,31% para 1998. Los números índice indican un incremento positivo de todos los años con respecto al primero, tomado como año base. Por último, el crecimiento medio acumulado es del 20,46%, siendo de cuatro puntos porcentuales mayor el periodo que abarca desde 1995 hasta 2000 (24,43%) que el segundo (20,23%).

3.1.2. Temática de publicación.

Los documentos se agruparon en tres bloques temáticos correspondientes a las categorías “A: Utilization and reutilization of resources”, “B: Biological sub-products” y “C: Renewable energy generation”. Su distribución por frecuencias absolutas y porcentuales, así como el crecimiento medio acumulado que presentan para los años analizados, figura en la siguiente tabla (tabla II).

Tabla II: Temática general de los documentos

Bloques	Num docs	% sobre el total	Crecimiento medio acumulado
A. Utilization and reutilization of resources	10693	67,63	18,41
B. Biological Sub-products	5412	34,23	23,49
C. Renewable energy generation	2068	13,08	26,7

Aunque en valores absolutos, el grupo temático con mayor número de publicaciones es el A, que recoge el 67,63% de la producción total, si analizamos el crecimiento medio acumulado, los valores se invierten, presentándose el valor más alto (el 26,7% de CMA) para las publicaciones agrupadas en C, que suponen únicamente el 13,08% de los registros.

Para poder analizar con más precisión las temáticas de publicación, se han considerado las asignaciones correspondientes a los subcampos de cada bloque. El más numeroso el correspondiente a “Sustainable development” presente en 4647 documentos, seguido de tres correspondientes al bloque de “Utilization and reutilization of resources” [A]: “Waste”, “Water” y “Combined energy systems” (Tabla III).

Tabla III: Subcampos temáticos

Temática	Total
Sustainable_development [B]	4647
Waste [A]	3359
Water [A]	2089
Combined [A]	2070
Soil [A]	1459
Air [A]	1252
Solar Energy [C]	1186
Energy Efficiency [A]	464
Biomass Energy [B]	421
Wind power [C]	402
Bio fuels [B]	344
Renewable energy generation [C]	317
Geothermal [C]	106
Marine Ocean Energy [C]	57

El análisis de correspondencias (AC) realizado proporciona información sobre los perfiles evolutivos que muestran los subcampos temáticos. Se ha representado mediante un gráfico de burbujas en el que el tamaño de las mismas es indicativo de la frecuencia de la variable “temática” (Figura 1).

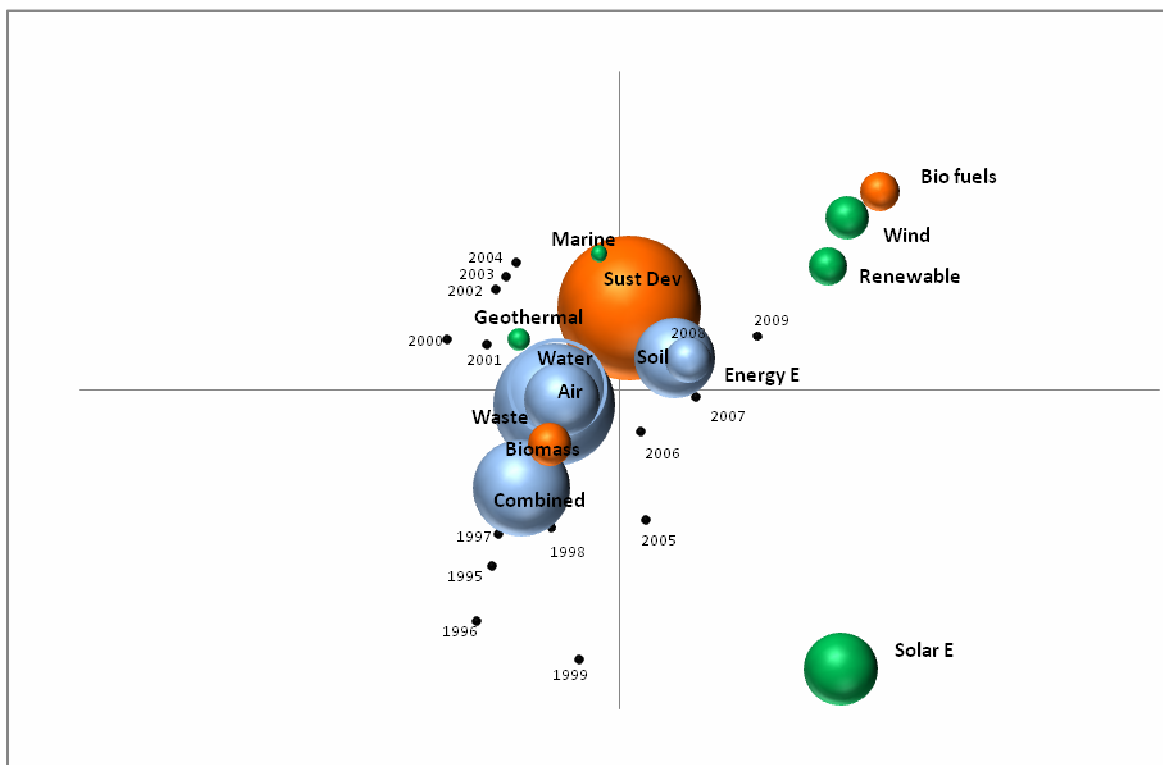


Figura 1: Análisis de correspondencias (AC) temática vs. año de publicación

En el centro del mapa, compartiendo perfil evolutivo (y bloque temático) las subáreas de “Water”, “Air” y “Waste” con una presencia constante a lo largo del periodo analizado. Con un perfil más específico, “Solar Energy” con una presencia más destacada en los años 2005-2007, y las categorías temáticas situadas en el cuadrante superior derecho del mapa, junto con los años más recientes del estudio mostrando su carácter emergente. Entre ellas, “Wind” y “Renewable Energy Generation”, materias incluidas en el bloque con mayor CMA.

3.1.3. Colaboración científica.

La colaboración científica es un componente fundamental de la actividad científica, ligado muy estrechamente al incremento de la producción. Las publicaciones aquí analizadas presentan un incremento tanto en la colaboración en general, que pasa de formar parte del 30,46% de los documentos a más del doble al final de periodo (el 62,28%), como en la colaboración con instituciones de ámbito internacional. En este caso se comienza en 1995 con un porcentaje del 16,75% de los trabajos y también se duplica en 2009.

Ambos tipos de colaboración presentan perfiles muy similares en cuanto a su promedio de variación interanual (27,74% en el primer caso y 27,02% en el segundo) y en cuanto a crecimiento medio acumulado (26,77 y 26,22).

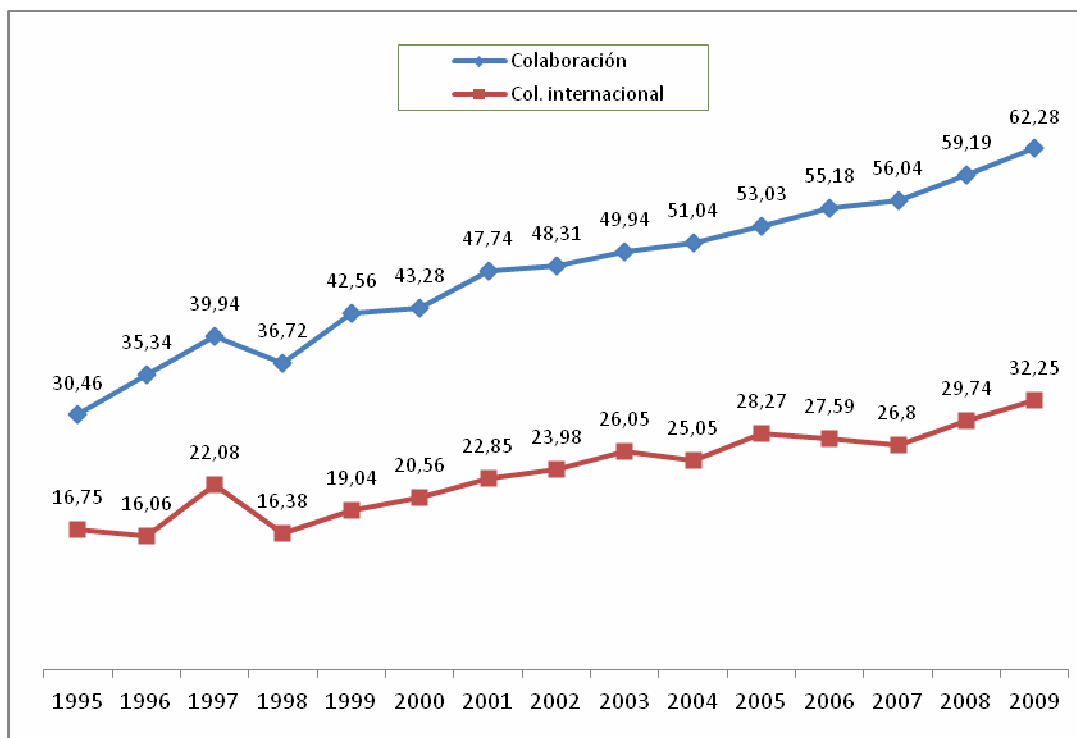


Figura 2: Porcentaje de colaboración en general / porcentaje de colaboración internacional

3.2. Patentes

Si bien las “patentes verdes” representan únicamente el 3,09% del conjunto de las concedidas entre 1995 y 2009 en la OEPM, los datos sobre su evolución muestran una tendencia muy positiva. Desde el 1,71% del total de patente de 1995, hasta llegar al 4,94% en el 2009. Además, el CMA para el conjunto de patentes en este periodo es de 11,79%, mientras que el de las patentes relacionadas con la eco-economía es casi el doble, el 20,61%, similar al que presentan las publicaciones recogidas en las bases de datos de la WoS. En cuanto a la variación interanual, presenta valores negativos en tres de los años (Tabla IV). El promedio anual es de 54 patentes, pero si dividimos la distribución en dos periodos, la media del segundo es considerablemente superior (79,71) a la del primero (32,71).

Tabla IV: Evolución temporal de las “patentes verdes” españolas concedidas por la OEPM (1995-2009)

Año	Total patentes	Patentes verdes	% Patentes verdes	VarInterAnual	NumIndice	VarBAs
1995	527	9	1,71	-	18	-
1996	742	19	2,56	111,11%	39	-61
1997	1159	25	2,16	31,58%	51	-49
1998	1720	47	2,73	88,00%	96	-4

1999	1791	49	2,74	4,26%	100	0
2000	1565	32	2,04	-34,69%	65	-35
2001	1728	48	2,78	50,00%	98	-2
2002	1303	32	2,46	-33,33%	65	-35
2003	1911	52	2,72	62,50%	106	6
2004	1985	51	2,57	-1,92%	104	4
2005	2661	84	3,16	64,71%	171	71
2006	2111	61	2,89	-27,38%	124	24
2007	2605	84	3,22	37,70%	171	71
2008	2202	102	4,63	21,43%	208	108
2009	2508	124	4,94	21,57%	253	153

Con respecto a los temas (tabla V) se han encontrado 30 categorías diferentes, si bien la mayor parte de las patentes se refieren a las categorías de “Photovoltaic Solar Power”, presente en el 23,57 de las patentes, “Pollution Control”, en el 11,22% y “Thermal Building Insulation” en el 9,69%.

Tabla V: Temática de las “patentes verdes” españolas 1995-2009

Temáticas	TOTAL	%
Photovoltaic Solar Power	231	23,57
Pollution Control	110	11,22
Thermal Building Insulation	95	9,69
Reuse of Waste Materials	79	8,06
Harnessing Energy	70	7,14
Biofuels	62	6,33
Hydroenergy	56	5,71
Wind Energy	29	2,96
Using Waste Heat	27	2,76
Vehicles in General	27	2,76
Treatment of Waste	21	2,14
Pesticide Alternatives	15	1,53
Storage of Electrical Energy	13	1,33
Alternative Irrigation Techniques	8	0,82
Vehicles Other than Rail Vehicles	7	0,71
Fuel Cells	5	0,51
Low Energy Lighting	5	0,51
Marine Vessel Propulsion	5	0,51
Recovering Mechanical Energy	5	0,51
Storage of Thermal Energy	4	0,41

Forestry Techniques	3	0,31
Other Procedures or Use of heat	2	0,20
Pyrolysis	2	0,20
Soil Improvement	2	0,20
Static Structure Desing	2	0,20
Gas Turbine Power Plants	1	0,10
Geothermal	1	0,10
IGCC (Integrated Gasification Combined Cycle)	1	0,10
Power Supply Circuits	1	0,10
Producing Mechanical Power from Muscle Energy	1	0,10

La evolución temporal de los temas a lo largo de los años analizados se puede apreciar en la figura 3, en la destaca la evolución de "Photovoltaic Solar Power" que partiendo de un pequeño número de patentes se muestra como área de interés según avanza el periodo de estudio.

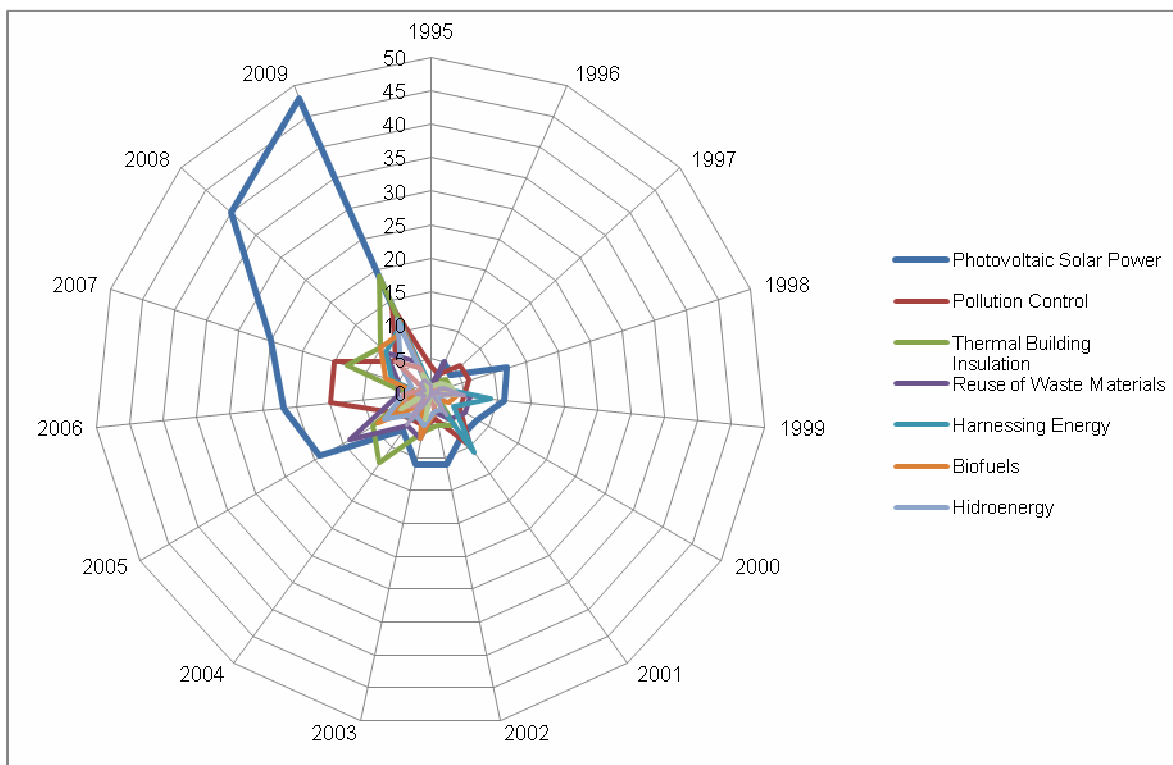


Figura 3: Evolución temporal de los principales temas tratados en las "patentes verdes" españolas 1995-2009

4. Conclusiones

El interés por la eco-economía como nueva forma de progreso económico que salvaguarde los recursos ambientales se refleja en las publicaciones científicas y en las invenciones que se patentan en España.

El análisis bibliométrico realizado sobre los datos obtenidos en una base de datos multidisciplinar de reconocido prestigio en este tipo de estudios, la *Web of Science*, revela un incremento sustancial en el número de trabajos publicados por los investigadores españoles, incremento constante y paralelo al aumento de la colaboración científica en general y la colaboración internacional en particular que se duplica a lo largo del periodo analizado.

Los temas ligados a “Utilization and reutilization of resources” son los que concitan una mayor atención por parte de los estudiosos, si bien en los últimos años se aprecia como muchas publicaciones recogen las áreas temáticas ligadas a “Renewable Energy Generation”, categoría que presenta un mayor crecimiento medio acumulado. Dentro de este ámbito tienes especial interés los aspectos relativos a “Solar Energy”.

Los temas relacionados con energía solar, en concreto “Photovoltaic Solar Power”, seguidos de los relativos a “Pollution Power” son los más presentes en las “patentes verdes”. Estas han aumentado considerablemente su presencia en la base de datos INVENES pasando de representar un 1,71% del total de patentes concedidas por la OEPM al principio del estudio a un 4,94% al final, en el año 2009.

Agradecimientos

Investigación financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad, dentro del proyecto de investigación CSO2010-21759-CO-01 “Análisis de las capacidades científicas y tecnológicas de la eco-economía en España a partir de indicadores cuantitativos y cualitativos de I+D+i”.

Programa propio de investigación de la Universidad Carlos III para la movilidad de investigadores en centros de investigación nacionales o extranjeros. Convocatoria 2010.

Bibliografía:

- Comisión Europea (2008). *La economía de los ecosistemas y la biodiversidad: informe provisional*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de las Comunidades Europeas.
- Comisión Europea (2011) *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones: Estrategias de la UE sobre la biodiversidad hasta 2020: nuestro seguro de vida y capital natural*. Bruselas, mayo de 2011, p. 01. Disponible en: http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/comm2006/pdf/2020/comm_2011_244/1_ES_ACT_part1_v2.pdf Consultado: 02-10-2012

- Ministerio de Ciencia y Tecnología (1999). *Plan de fomento de las energías renovables para el periodo 2000-2010*. Disponible en:
http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_4044_PFER2000-10_1999_1cd4b316.pdf Consultado: 02-10-2012
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2005). *Plan de energías renovables en España 2005-2012*. Disponible en:
http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_PER_2005-2010_8_de_gosto-2005_Completo.%28modificacionpag_63%29_Copia_2_301254a0.pdf
Consultado: 02-10-2012
- Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino (2009). *España: El medio Ambiente en Europa: Cuarta Evaluación*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino
- Nash, H.A. (2009). The European Commission's sustainable consumption and production and sustainable industrial policy action plan. *Journal of Cleaner Production*, 17(4), 496-498.
- OECD (2011). *OECD Work on Sustainable Development*. Disponible en <http://www.oecd.org/greengrowth/47445613.pdf>. Consultado: 02-10-2012
- Sanz-Casado, E.; García-Zorita, J. C.; Serrano-López, A.E.; Larsen, B.; Ingwersen, P. (2012) Renewable energy research 1995-2009: a case study of wind power research in EU, Spain, Germany and Denmark. *Scientometrics*, DOI 10.1007/s11192-012-0825-3. Disponible en <http://www.springerlink.com/content/e05088114756k7pg/fulltext.pdf> Consultado: 12-09-2012
- Web of Science (2012). Disponible en:
[http://thomsonreuters.com/products_services/science/science_products/a-z/web_of_scince/]