

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA
FACULTAD DE TRADUCCIÓN Y
DOCUMENTACIÓN
GRADO EN
INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN
Trabajo de Fin de Grado

PRODUCCIÓN Y COLABORACIÓN
CIENTÍFICA DE LAS UNIVERSIDADES
DE CASTILLA Y LEÓN EN CIENCIAS
AMBIENTALES:

ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO BASADO EN ISI WEB
OF SCIENCE (1990-2010)

Adrián Arias Díaz-Faes
Tutor: Crispulo Travieso Rodríguez

Salamanca, 2010

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción	6
2. Estado de la cuestión	
2.1. Antecedentes y origen del estudio	7
2.2. Evaluación de la investigación universitaria.....	8
2.3. El análisis bibliométrico de la actividad científica.....	9
2.4. Ciencias Ambientales en Castilla y León	10
3. Objetivos	15
4. Metodología	
4.1. Fuentes de información	16
4.2. Delimitación de las materias de búsqueda	16
4.3. Búsqueda en ISI Web of Science	18
4.4. Tratamiento y normalización de los datos.....	19
4.5. Indicadores de producción y colaboración científica.....	20
5. Resultados	
5.1. Indicadores de producción científica.....	22
5.1.1. Nº documentos total	22
5.1.2. Nº documentos / universidad.....	22
5.1.3. Nº documentos / año	22
5.2. Indicadores de colaboración científica	26
5.2.1. Porcentaje de documentos en colaboración.....	26
5.2.2. Índice de coautoría.....	26
5.2.3. Índice de coautoría en Castilla y León	27
5.2.4. Índice de colaboración institucional.....	29
5.2.5. Índice de colaboración institucional en Castilla y León	29
5.2.6. Tasa de colaboración por tipo	30
5.2.7. Tasa de colaboración por universidad y tipo	31
5.2.8. Colaboración universidad – empresa	34
5.3. Análisis de redes de colaboración	34
5.4. Visibilidad de la producción científica	38
6. Conclusiones	
6.1. Producción científica	45
6.2. Colaboración científica	46
6.3. Visibilidad de la producción científica	47
7. Fuentes	48

8. Bibliografía	49
9. Apéndices	
Apéndice 1. Revistas en las que han publicado las universidades de Castilla y León	51
Apéndice 2. Áreas de las revistas incluidas en JCR en <i>Environmental Sciences</i>	55
Apéndice 3. Colaboración por CCAA	56
Apéndice 4. Colaboración por países.....	57
Apéndice 5. Colaboración por zonas geográficas	58

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 4

Tabla 4.1.	Clasificación de la ANEP.....	17
Tabla 4.2.	Correspondencia de la ANEP con las materias de ISI Web of Science	17
Tabla 4.3.	Listado de indicadores	21

CAPÍTULO 5

Tabla 5.1.	Producción por años	23
Tabla 5.2.	Frecuencias y porcentajes de coautoría.....	26
Tabla 5.3.	Frecuencias y porcentajes de coautoría en CyL	28
Tabla 5.4.	Frecuencias y porcentajes de col. institucional	29
Tabla 5.5.	Frecuencias y porcentajes de col. institucional en CyL.....	30
Tabla 5.6.	Frecuencias de colaboración por tipo	30
Tabla 5.7.	Frecuencias de colaboración por universidad y tipo	32
Tabla 5.8.	Porcentaje de colaboración universidad-empresa	34
Tabla 5.9.	Revistas con mayor representación en el estudio.....	38
Tabla 5.10.	Water Research: categorías y ranking en 2008	39
Tabla 5.11.	Applied Catalysis A-General: categorías y ranking en 2008	40
Tabla 5.12.	Chemosphere: categorías y ranking en 2008.....	41
Tabla 5.13.	Journal of Environmental Science and Health Part A: categorías y ranking en 2008	42
Tabla 5.14.	Journal of Hazardous Materials: categorías y ranking en 2008.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 2.1.	Consejería de Medio Ambiente, Evolución del presupuesto.....	11
-------------	--	----

CAPÍTULO 5

Figura 5.1.	Porcentaje de artículos por universidad	22
Figura 5.2.	Evolución de la producción: 1990-2009	24
Figura 5.3.	Estimación de la producción 2010-2013	25
Figura 5.4.	Distribución de la coautoría.....	27
Figura 5.5.	Distribución de la coautoría en CyL	28
Figura 5.6.	Tasa de colaboración total por tipo	29
Figura 5.7.	Colaboración por universidad y tipo.....	32
Figura 5.8.	Evolución temporal de los tipos de colaboración	33
Figura 5.9.	Red de colaboración nacional por CCAA.....	35
Figura 5.10.	Red de colaboración internacional por países	36
Figura 5.11.	Red de colaboración internacional por zonas geográficas.....	37
Figura 5.12.	Water Research: evolución del FI	40
Figura 5.13.	Applied Catalysis A-General: evolución del FI	41
Figura 5.14.	Chemosphere: evolución del FI	42
Figura 5.15.	Journal of Environmental Science and Health Part A: evolución del FI	43
Figura 5.16.	Journal of Hazardous Materials: evolución del FI	44

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se inscribe dentro de la asignatura obligatoria *Trabajo de Fin de Grado*. Tiene como objeto superar y demostrar los conocimientos y aspectos requeridos para obtener el título de graduado en Información y Documentación por la Universidad de Salamanca. La elección de la materia *Bibliometría y Evaluación de la Ciencia* como tema a tratar, responde a un interés personal y al deseo de una futura actividad investigadora y/o profesional en este campo.

En lo que se refiere a la propia naturaleza del estudio, de marcado carácter aplicado, tiene por objeto estudiar la producción y colaboración científica de las cuatro universidades públicas de Castilla y León que han publicado en revistas indexadas en ISI Web of Science en la materia de Ciencias Ambientales durante las dos últimas décadas (1990-2010). Se utilizan indicadores bibliométricos como herramienta descriptiva y evaluativa de la actividad investigadora.

Se han escogido instituciones académicas de educación superior dado que la actividad científica en cualquier país procede en una parte importante de ellas. En cuanto a la delimitación del ámbito geográfico, se ha seleccionado Castilla y León porque frente a otras regiones existe un gran vacío de estudios al respecto y debido a que la Universidad de Salamanca es una de las instituciones universitarias de la región.

La elección de la materia de estudio responde a un interés personal y a una cuestión de percepción social, el medio ambiente suscita gran interés en la sociedad actual y en los propios gobiernos como así reflejan los notables esfuerzos presupuestarios estatales.

La estructura del trabajo es la siguiente: se comienza con un estado de la cuestión en el que se revisan los estudios bibliométricos de los últimos años, se analiza la importancia de la Bibliometría como herramienta de análisis, los organismos encargados de evaluar la actividad investigadora de las universidades españolas, así como el panorama en Castilla y León en Ciencias Ambientales.

Los siguientes capítulos contienen la parte central de la investigación: primero se desarrolla un capítulo metodológico donde se plantea la búsqueda en ISI Web of Science, la creación de una base de datos en SPSS para el tratamiento de los datos y los indicadores bibliométricos utilizados. A continuación se exponen los resultados fruto del análisis de los indicadores mediante el uso de gráficos estadísticos. Por último, se presentan las conclusiones y se proponen líneas de investigación futuras.

2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

2.1. ANTECEDENTES Y ORIGEN DEL ESTUDIO

La idea de realizar un análisis bibliométrico sobre Castilla y León surge como respuesta a la escasez de estudios en la región frente a otras Comunidades Autónomas que cuentan con numerosos trabajos al respecto. Los diferentes trabajos disciernen en función de la unidad de análisis considerada, la escala temporal y sobre todo por el diseño de la investigación (Olmeda-Gómez et al., 2008). Así, muchos se refieren a una universidad en concreto como los estudios sobre la Universidad Carlos III (Iribarren-Maestro, 2006), la Universidad de Granada (Moya-Anegón et al., 2005) o la Universidad de Extremadura (Pulgarín et. al., 2003). Otros toman como marco de estudio la producción universitaria de una región como Cataluña (Suñén et al., 2006). El marco de análisis se extiende también a todo un país, como el estudio de la producción universitaria española (Olmeda-Gómez et al., 2006) o la producción bibliográfica chilena (Reyes-Romero, 2008). El presente estudio tiene un carácter transversal pues toma las instituciones públicas de educación superior de una Comunidad Autónoma y se centra en la producción científica de una disciplina concreta.

El objeto de análisis de la producción científica se centra en la colaboración institucional y la coautoría. Cabe señalar que al tratar el estudio de una sola disciplina y a nivel regional, resultaba imprescindible un rango temporal amplio, veinte años, a fin de obtener una muestra representativa de datos con los que trabajar. De esta forma es posible observar la evolución en el tiempo, los núcleos de producción, las revistas científicas en las que publican los autores afiliados a estas instituciones y la forma en que cada institución se relaciona con su entorno y colabora con otras entidades. En suma, este estudio ofrece una visión panorámica de la actividad investigadora y arroja visibilidad acerca del nivel de difusión nacional e internacional de la producción científica universitaria en Castilla y León en la disciplina de Ciencias Ambientales.

La colaboración en el ámbito científico viene siendo una práctica muy común que se ha convertido prácticamente en un requisito imprescindible de la ciencia moderna. Las ventajas que presenta son varias: proporciona la oportunidad de conseguir beneficios comunes, la posibilidad de abordar temas más complejos y amplios o el desarrollo de una estructura de comunicación y responsabilidades mutuas que favorece el conocimiento.

Además, dado el momento de profundos cambios institucionales, docentes y organizativos en los que se encuentran inmersas todas las universidades españolas (asumiendo que una parte muy importante de la producción científica corre a cargo de las universidades) y que afecta a la capacidad de producir conocimiento, es éste un momento idóneo para conocer el panorama investigador en Castilla y León. Así, este trabajo puede entenderse no sólo como un estudio retrospectivo, sino como una atalaya desde la que vislumbrar la futura actividad investigadora de las universidades de Castilla y León ante éste momento de cambio.

2.2. EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA

Los organismos nacionales encargados de evaluar las actividades realizadas por los agentes participantes en el Sistema Nacional de I+D+i son quienes destinan los fondos en función del rendimiento y calidad de los proyectos llevados a cabo. En España, y concretamente en el ámbito universitario, son 3 las entidades responsables en función del aspecto evaluativo analizado:

- Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA): su origen se remonta a 2001 a la Ley Orgánica de Universidades (LOU). Nace para garantizar la calidad de las universidades españolas mediante la evaluación, certificación y acreditación. Su acreditación es obligatoria y certifica estándares de calidad para las universidades. Su misión se lleva a cabo a través de las siguientes funciones: potenciar la mejora de la actividad docente, investigadora y de gestión de las universidades; contribuir a la medición del rendimiento de la Educación Superior conforme a procedimientos objetivos y procesos transparentes; proporcionar a las Administraciones Públicas información adecuada para la toma de decisiones e informar a la sociedad sobre el cumplimiento de objetivos en las actividades de las universidades.
- Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora (CNEAI): se crea en 1989 a raíz de la Ley de Reforma Universitaria (LRU). Se encarga de evaluar la actividad investigadora de los profesores universitarios y de las escalas científicas del CSIC. Al tratarse de un acto voluntario se recompensa la productividad por períodos de seis años, con esto trata de fomentar el trabajo investigador de los profesores universitarios y su mejor difusión tanto nacional como internacional. Para desempeñar su cometido, la CNEAI solicita el correspondiente asesoramiento a los miembros de la comunidad científica, creándose para cada evaluación una serie de Comités Asesores.
- Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP): creada en 1986 ante la necesidad de un mecanismo de evaluación científica de máximo rigor e independencia, que ayudara en la toma de decisiones sobre financiación de proyectos de investigación y otras ayudas a la I+D+i. Se encargar de evaluar propuestas de investigación, tecnología y del seguimiento de los propios proyectos. Las revisiones las realizan expertos anónimos, así se asegura un sistema de evaluación por pares independiente y de calidad. Es por ello que la ANEP ha sido y sigue siendo una importante institución de apoyo al sistema español de Ciencia y Tecnología.

2.3. EL ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA

Si se observa el conocimiento científico desde la óptica de los resultados, es decir, de la producción científica generada resulta imprescindible el uso de la Bibliometría como herramienta de evaluación y análisis de la actividad científica. La aplicación de métodos estadísticos para el análisis de la literatura científica persigue dos fines: el estudio cuantitativo de la producción científica y el estudio de la estructura social de los grupos que la producen y utilizan (Martínez de Sousa, 1989).

Históricamente la Bibliometría ha ido asociada a la idea de que es posible representar el conocimiento humano a través de los documentos que éste genera y de los elementos que lo integran. Si se toma un enfoque más operativo y práctico (Ferreiro, 1993), puede definirse a la Bibliometría como elemento de codificación numérica de las características bibliográficas de la documentación, y su tratamiento fundamentalmente estadístico y matemático que hace posible la obtención de los indicadores bibliométricos necesarios para evaluar dichas características.

Las definiciones expuestas reflejan dos enfoques complementarios de la Bibliometría:

- Estudio estadístico-descriptivo de la literatura científica, su crecimiento, envejecimiento y dispersión.
- Aspectos sociométricos de la comunicación científica, referido sobre todo a los autores científicos y sus trabajos (productividad, visibilidad, influencia) pero también a los distribuidores de la información científica y a sus usuarios (estudio de necesidades y consumo de información).

La evaluación de la actividad científica a través de datos objetivos, como son los indicadores bibliométricos utilizados en este estudio, es una metodología cada vez más habitual que permite asignar de forma más eficiente los recursos, con lo que se reduce el riesgo inherente a toda actividad de I+D+i. Usada de forma sistemática resulta ser un mecanismo que premia la visibilidad y calidad de la investigación puesto que recompensa a aquellos grupos o entidades que mejor investiguen, destinándoles mayores presupuestos. De este modo, se persigue reducir el porcentaje de incertidumbre inherente a toda actividad científica y se asegura la obtención de resultados potencialmente superiores.

Los indicadores bibliométricos son parámetros utilizados en el proceso evaluativo de la producción científica de cualquier disciplina. Expresada a través de sus indicadores, es posible definir Bibliometría como el estudio de los indicadores que miden la producción de la investigación científica y tecnológica mediante datos derivados de la literatura científica y de las patentes (Bellavista et al., 1997).

Las características inherentes atribuibles a los indicadores bibliométricos es que se extraen de los propios documentos, son fruto de la observación y el análisis, evalúan hábitos, necesidades y el uso que se hace de la información y, el hecho de que cada indicador pone de relieve una faceta; son parciales y convergentes.

La importancia de los indicadores reside en los cambios que estos valores sufren a lo largo del tiempo y no sólo sus en sus valores absolutos; hay pues que compararlos.

Su uso en un entorno concreto, como el presente estudio, permite averiguar las dinámicas internas de cada institución puesto que capturan el significado de las actividades formales que tienen lugar en el proceso de comunicación científica. El tratamiento y análisis de los datos revela tendencias de colaboración entre las instituciones, núcleos de conocimiento, niveles de coautoría y posibilita la elaboración de mapas de producción de conocimiento.

2.4. CIENCIAS AMBIENTALES EN CASTILLA Y LEÓN

Un aspecto que hizo especialmente interesante la elección de Ciencias Ambientales como materia de análisis, fue su creciente importancia a efectos sociales, económicos y políticos. Hoy día, es innegable la existencia de un elevado grado de sensibilización ambiental, que se traduce en una preocupación por el cuidado y preservación del entorno. El aprovechamiento de los recursos que ofrece, su desarrollo sostenible y su recuperación son objeto de constante actividad científica.

Esta concepción social contemporánea del medio ambiente ha tenido un impacto notable en la política, siendo numerosos los proyectos desarrollados por las administraciones en las últimas décadas. Castilla y León, no ha sido ajena a esta dinámica y ha actuado en multitud de ámbitos como la conservación de especies, la restauración de hábitats, el desarrollo rural, el aprovechamiento de recursos sostenibles, el establecimiento de zonas naturales de esparcimiento etc.

Los presupuestos destinados por la Junta de Castilla y León en las dos últimas décadas, ratifican la realidad de los esfuerzos realizados y la creciente importancia que se le concede al medio ambiente.

Figura 2.1. Consejería de Medio Ambiente. Evolución del presupuesto



Como evidencia el gráfico, la asignación presupuestaria a la Consejería de Medio Ambiente se duplicó en el período señalado. Esta tendencia al alza se mantiene en años posteriores: en 2005 se asignó 401.470.804€, en 2006 415.588.074€ y en 2007 439.471.5€. Así, el presupuesto asignado por la comunidad oscila alrededor del 4-5% del total. Pese a la situación económica actual y el descenso en el año 2010 a 364.476.406€, el medio ambiente se ha convertido en uno de los principales objetos de inversión y actuación de Castilla y León.

La evolución presupuestaria en la región refleja la importancia social del tema, pero para poder analizar en toda su amplitud la producción y colaboración universitaria es necesario conocer el panorama de las cuatro universidades en la disciplina de Ciencias Ambientales. Si se obtiene una visión general del panorama investigador en la región puede esperarse una producción potencial para cada una de las cuatro universidades. Resulta obvio que una universidad que no cuente entre su oferta formativa con estudios en Ciencias Ambientales, Biología o en alguna titulación técnica relacionada tendrá una producción cuantitativamente menor.

Frente a otras áreas de conocimiento, probablemente, en el estudio del medio ambiente resulte más complicado y escasamente eficaz tratar de delimitar el ámbito de producción científica a un entorno concreto dado su carácter transversal y multidisciplinar.

Por este motivo, en lo que se refiere a la consideración de los departamentos universitarios susceptibles de trabajar en estas áreas, se ha optado por una postura intermedia a fin evitar sesgos o caer en un exceso enumerativo. Así, se mencionan aquellos departamentos que de forma clara y evidente cuenten entre sus líneas de investigación y docencia las Ciencias Ambientales.

- **Universidad de Valladolid:** entre la oferta educativa de la universidad no figuran estudios en Biología y/o Ciencias Ambientales. A pesar de ello, la presencia de líneas de investigación en medio ambiente está muy presente a través de numerosas titulaciones: Ingeniería Agrónoma, Ingeniería de Montes, Licenciatura en Geografía, Grado en Geografía y Ordenación del Territorio y, sobre todo en titulaciones técnicas: Ingeniería Técnica Agrícola en sus tres especialidades: Explotaciones Agropecuarias, Hortofruticultura y Jardinería e Industrias Agrarias y Alimentarias; e Ingeniería Forestal con las especialidades en Explotaciones Forestales e Industrias Forestales.

Los departamentos con líneas de investigaciones vinculadas son:

- Ingeniería Agrícola y Forestal: uno de sus grupos de trabajo se dedica a la investigación en Tecnologías Avanzadas Aplicadas al Desarrollo Rural Sostenible (TADRUS).
 - Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente: su ámbito de investigación se orienta hacia la tecnología de procesos químicos y bioquímicos y, tecnología ambiental.
 - Ciencias Agroforestales: entre las áreas de investigación del departamento se encuentra Ecología y conservación de flora y fauna, además pertenece al grupo de trabajo Tecnologías Avanzadas Aplicadas al Desarrollo Rural Sostenible (TADRUS).
 - Producción Vegetal y Recursos Forestales: desarrolla su actividad en el campo del manejo forestal sostenible.
-
- **Universidad de Salamanca:** la universidad hispana más antigua cuenta entre sus centros a la Facultad de Biología, donde en la actualidad conviven los planes de estudios tradicionales de próxima extinción con las nuevas titulaciones adaptadas al EEES: Licenciatura en Biología, Grado en Biología, Licenciatura en Biotecnología, Grado en Biotecnología y Licenciatura en Bioquímica. Su origen se remonta al año 1966 cuando se implementan en la universidad los estudios de Ciencias Biológicas. En el segundo ciclo de la Licenciatura en Biología el alumno puede escoger entre las especialidades de Biología Fundamental y Biotecnología, Biología Ambiental y de Sistemas y Fisiopatología Vegetal y Fitotecnología.

En lo que respecta a otras titulaciones destacan como materias análogas la Ingeniería Técnica Agrícola y los estudios de Máster en Ciencias de la Tierra: Geología ambiental y aplicada y, Agrobiotecnología.

Los departamentos con líneas de investigación en la materia son:

- Biología Animal, Ecología, Parasitología, Edafología y Química Agrícola, Biología Celular y Patología: adscrito a la Facultad de Biología tiene una presencia notoria en los estudios.

- Botánica: hasta el año 1987 convivieron dos departamentos, uno para Biología y otro para Farmacia, desde 1987 se unificaron en un solo departamento. Sus investigaciones se dirigen hacia el estudio del medio físico natural y hábitats.
 - Construcción y Agronomía: centra sus investigaciones en la producción animal y vegetal y en Ingeniería Agroforestal.
 - Fisiología Vegetal: surge en 1993 tras un nuevo cambio en el Departamento de Botánica y se adhiere a la Facultad de Biología. Sus líneas de investigación se encaminan a la Fisiología y Biología Molecular de semillas.
 - Geología: entre las áreas de conocimiento destacan Paleontología, Estratigrafía, Cristalografía y Mineralogía.
 - Ingeniería Cartográfica y del Terreno: sus proyectos se orientan hacia la Topografía, Hidrología, Geodesia y Minas.
- **Universidad de León**: esta institución tiene entre sus centros a la Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales, la cual, inició su actividad como Sección de Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias de Oviedo. Fue creada el 12 de julio de 1961 por Orden Ministerial de Educación y Ciencias, aunque no comenzó su andadura hasta el curso académico 1968-1969 en las instalaciones de la Facultad de Veterinaria. Tras una Orden Ministerial de 6 de junio de 1975, la antigua Sección pasó a ser Facultad de Biología. La rápida expansión de la facultad obligó a dispersar los estudios entre el edificio de la Facultad de Veterinaria y diversas Escuelas Universitarias. Finalmente en el año 1982 se centralizaron los estudios y se ocupó la actual sede de la Facultad en el campus de Veganza que fue ampliada en 1985.

Entre las titulaciones que ofrece cuenta con la Licenciatura en Ciencias Ambientales, Licenciatura en Biología y Licenciatura en Biotecnología desde el curso académico 1995-1996. Señalar que con anterioridad en la Facultad de Biológicas se impartía el título propio de Graduado en Ciencias y Tecnología del Medio Ambiente, el cual, se sigue impartiendo actualmente aunque con tendencia a extinguirse. El plan de estudios vigente de la licenciatura consta de 300 créditos, organizados en un primer ciclo de dos años y un segundo ciclo también de dos años. En el segundo ciclo ofrece dos especialidades Gestión Ambiental y Tecnología Ambiental.

Hay que señalar que desde la centralización de los estudios en 1982, la Facultad de Biología ha impartido enseñanzas en temas relacionados con las Ciencias Ambientales ya que la especialidad de segundo ciclo, denominada Biología Ambiental, fue una de las primeras en implantarse en las Facultades de Biología de las Universidades españolas.

Entre el resto de estudios que ofrece la universidad se encuentran la titulación de Ingeniería Técnico Forestal, varias especialidades en Ingeniería Técnica Agrícola y los estudios de postgrado siguientes: Máster Universitario en Energías Renovables, Máster Universitario en

Metodología de Investigación en Biología Fundamental y Biomedicina y, Máster Universitario en investigación en Ingeniería de Biosistemas.

En cuanto a los departamentos que imparten docencia en la Licenciatura en Ciencias Ambientales y de los que cabría esperar una mayor producción científica en la materia se encuentran:

- Biodiversidad y Gestión Ambiental: agrupa a los docentes de Antropología Física, Botánica, Ecología y Zoología: este departamento surgió el 4 de julio de 2006 tras una reestructuración departamental en la que se extinguieron los departamentos de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología, Genética y Microbiología.
- Ciencia Biomédica: creada en la remodelación de 2006, procede de la fusión de los anteriores Departamentos de Fisiología y de Farmacología y Toxicología.
- Geografía y Geología: entre sus líneas de investigación se encuentran la Geología Ambiental y Regional y Estudios de impacto ambiental en zonas mineras.
- Ingeniería y Ciencias Agrarias: sus líneas de investigación se dirigen hacia la Edafología, Química Agrícola y Fisiología Vegetal.

Además, entre los institutos que integran la Universidad de León cabría señalar como afín a la materia el Instituto de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Biodiversidad.

- **Universidad de Burgos**: la universidad más joven de Castilla y León, fue desde 1972 campus de la Universidad de Valladolid para establecerse como entidad propia en 1994, no cuenta con una titulación al respecto. Entre el resto de titulaciones que ofrece esta universidad cabría destacar el Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural y el Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

En cuanto a los departamentos que la integran los más relacionados con el estudio medio ambiente son:

- Bioteología y Ciencia de los Alimentos: participa en varios grupos de investigación entre los que destaca Ciencia y Tecnología del Medio Ambiente y, Energías Renovables y Medio Ambiente Atmosférico.
- Ingeniería Civil: una de sus líneas de investigación es la ingeniería hidráulica.

3. OBJETIVOS

El presente estudio bibliométrico acerca de la producción y colaboración científica de las universidades de Valladolid, Salamanca, León y Burgos en Ciencias Ambientales persigue los objetivos que a continuación se exponen:

Objetivos generales

- Medir y analizar la producción y colaboración científica universitaria en Castilla y León en el área de Ciencias Ambientales según ISI Web of Science.

Este objetivo general se concreta en una serie de parámetros evaluables y medibles que fijan el desarrollo del estudio:

Objetivos específicos

- Comparar la productividad de cada universidad.
- Observar si existe una evolución temporal de la producción y colaboración científica en Ciencias Ambientales en el período 1990-2010.
- Estimar la productividad esperada para el período 2010-2013.
- Computar el grado de coautoría de los artículos.
- Calcular las tasas de colaboración de las universidades a diferentes niveles: departamental, institucional, regional, nacional e internacional.
- Establecer redes de colaboración entre las universidades de Valladolid, Salamanca, León y Burgos y, el resto de instituciones.
- Identificar la existencia de núcleos de producción científica.
- Comprobar el grado de colaboración entre universidades y entidades privadas.
- Evaluar la visibilidad de las publicaciones, según factor de impacto en JCR, donde han publicado autores afiliados a las universidades castellano-leonesas.
- Verificar si los presupuestos destinados a medio ambiente tienen reflejo sobre la producción científica en Castilla y León.

4. METODOLOGÍA

4.1. FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes de información seleccionadas para el análisis de la colaboración científica de las universidades públicas de Castilla y León han sido las bases de datos de ISI Web of Knowledge (Thomson Reuters, 2010). La selección de las bases de datos de Thomson, como herramienta para el análisis bibliométrico y evaluación de la producción científica, responde a las siguientes razones:

- Se incluyen referencias bibliográficas en los artículos, lo que permite evaluar los procesos de colaboración y la afiliación institucional.
- La base de datos Journal Citation Reports que recoge las revistas incluidas en *Science Citation Index* y *Social Sciences Citation Index* permite conocer la visibilidad y calidad de las revistas donde se ha publicado la investigación, aportando indicadores como el factor de impacto.
- La indexación en ISI se considera en la actualidad el índice de calidad con más peso para las instituciones científicas; así lo demuestran varios estudios sobre rankings en investigación (Buela-Casal et al., 2008 y 2009).

4.2. DELIMITACIÓN DE LAS MATERIAS DE BÚSQUEDA

La selección de las materias que delimitarían la búsqueda fue un aspecto muy meditado. Al respecto, la única posibilidad que ofrece ISI Web of Science es la adscripción de los documentos a un campo concreto según la categoría temática, *Subject Category*, a la que esté adscrita la revista en JCR.

Un problema habitual en JCR es que las revistas pertenecen a más de una categoría temática. Este factor se vio potenciado por la propia naturaleza de las Ciencias Ambientales, donde existen muchas revistas asignadas a cuatro o más áreas, con lo que había muchas posibilidades de que artículos que tratan temas similares pertenezcan a revistas en las que más de una disciplina podía variar. Otro factor importante era la gran cantidad de materias que integran ISI, que asciende hasta 229 (173 en Ciencias y 56 en Ciencias Sociales).

Debido a esta gran especificidad de la clasificación de materias en ISI y a falta de un acuerdo internacional sobre un esquema bibliométrico de clasificación de la investigación (Grupp y Hinze, 1994), se tuvieron en cuenta otros enfoques y soluciones previas.

Como referencia principal se tomó el minucioso estudio de Scimago y la Universidad Carlos III (Olmeda-Gómez et al., 2006): *La investigación en colaboración de las universidades españolas (2000-2004)* donde se recurre a la clasificación temática de la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva

(ANEP, 1996) restringida a 24 áreas en la que se inscriben todas las materias de ISI. El área que correspondería a Ciencias Ambientales según la clasificación de la ANEP es la siguiente:

Tabla 4.1. Clasificación de la ANEP

CIENCIAS DE LA TIERRA	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cristalografía y mineralogía ○ Estratigrafía ○ Explotación de minas ○ Física de la tierra, astronomía y astrofísica ○ Geodinámica ○ Geografía física ○ Ingeniería cartográfica, geodésica y fotogramétrica ○ Ingeniería del terreno ○ Paleontología ○ Petrología y Geoquímica ○ Prospectiva e investigación minera
-----------------------	--

El trabajo de Scimago y la Universidad Carlos III inscribe las categorías de ISI en las áreas de clasificación de la ANEP y extrae los artículos de la categoría *Multidisciplinary Sciences*, añadiéndolos a otras categorías según el análisis de citas. Así, la clasificación queda integrada por las siguientes materias:

Tabla 4.2. Correspondencia de la ANEP con las materias de ISI Web of Science

CIENCIAS DE LA TIERRA	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ciencia de la Imagen y Tecnología ○ Fotográfica ○ Ciencias Medioambientales ○ Cristalografía ○ Energía y Combustibles ○ Geociencia, Interdisciplinario ○ Geografía ○ Geografía Física ○ Geología ○ Geoquímica y Geofísica ○ Ingeniería Geológica ○ Ingeniería Medioambiental ○ Ingeniería Oceánica ○ Ingeniería, Petróleo ○ Meteorología y Ciencias Atmosféricas ○ Mineralogía ○ Oceanografía ○ Paleontología ○ Recursos Hídricos
-----------------------	---

Tratándose este estudio de un trabajo centrado en una disciplina concreta y a una escala mucho menor, se ha creído excesivo utilizar este amplio abanico de materias, donde se dan cabida disciplinas bastante dispares entre sí y que sobrepasan el alcance de las Ciencias Ambientales. Por tanto, esta opción fue desechada.

Tras haber sondeado las posibilidades expuestas (correspondencia temática con la ANEP) se optó por una solución intermedia, como fue enriquecer los criterios de la búsqueda en ISI a través de la información que ofrecen las propias bases de datos de Thomson.

En esa dirección, para acotar las materias con las que posteriormente se delimitaría la búsqueda, se recurrió a JCR y a las ya comentadas categorías temáticas en las que divide el conocimiento. En primera instancia se consideró que restringir la búsqueda solamente a la materia *Environmental Sciences* (la categoría que corresponde con Ciencias Ambientales en las bases de datos de ISI) sesgaría en exceso la representatividad de la muestra recogida, dada la gran cantidad de materias que integran ISI. Con el objetivo de ampliar el espectro de materias, se decidió elaborar una relación de las 163 revistas que integran la categoría temática de *Environmental Sciences* (perteneciente al área de Ciencias), detallando a que más áreas estaba adscrita cada una de las revistas, de modo que se obtendría una lista de categorías temáticas y la frecuencia de aparición de cada una de ellas. Resultado de esta labor, fue la inclusión de la materia *Environmental Engineering* como uno de los elementos que delimitaría la búsqueda, ya que además de ser la materia que más veces aparecía entre las revistas de *Environmental Sciences*, se adecua perfectamente a la disciplina de estudio.

Por último, se valoró la otra gran área en que se divide JCR (Ciencias Sociales) y la posibilidad de incluir alguna materia relacionada con medio ambiente. Aunque resulta evidente que la gran mayoría de la producción en Ciencias Ambientales está conformada por artículos publicados en revistas de Ciencias, existía la posibilidad de omitir documentos. Es importante tener en cuenta que las revistas adscritas a categorías temáticas de Ciencias no pueden tener materias de Ciencias Sociales y viceversa.

De entre las 56 categorías que integran el área de Ciencias Sociales se incluyó *Environmental Studies* que junto a las otras dos materias son las únicas que hacen referencia directa al estudio del medio ambiente. En definitiva, la búsqueda en ISI se planteó a través de las siguientes materias: *Environmental Sciences*, *Environmental Engineering* y *Environmental Studies*.

4.3. BÚSQUEDA EN ISI WEB OF SCIENCE

Una vez delimitadas las materias, se procedió a plantear la sentencia de búsqueda en ISI Web of Science. Puesto que el objetivo era recuperar la producción científica de las cuatro universidades públicas de Castilla y León en Ciencias Ambientales de los últimos veinte años, era precisa una sentencia de búsqueda bien definida. Examinadas las posibilidades que permite la opción de *Advance Search*, se optó en primera instancia por buscar en el campo Organización (*OG= Organization*). Esta opción fue desechada al corroborar que ISI no efectúa un control de autoridades sobre la afiliación institucional de los autores. En este estudio se ha observado que en ocasiones no figura el nombre de la institución, aparece incompleto o sólo lo hace el nombre del departamento.

Se decidió entonces emplear el campo Ciudad (*CI=City*) y especificar el país (*CU=Country*) de modo que se evitara la inclusión de universidades de localidades homónimas de otras latitudes. Así, la búsqueda quedó definida en los siguientes términos: *CI=(Salamanca OR Burgos OR Valladolid OR León) AND CU=Spain*. Además, se delimitó la búsqueda al marco cronológico estipulado, 1990-2010, y a las bases de datos procedentes para este estudio: *Science Citation Index* y *Social Sciences Citation Index*. El tipo documental se limitó al definido por ISI como *Articles*. Por último, se acotó la búsqueda a las materias señaladas a través de la opción *Analyze Results* obteniéndose 430 documentos.

4.4. TRATAMIENTO Y NORMALIZACIÓN DE LOS DATOS

Descargados los datos era obligatorio realizar una minuciosa revisión para determinar la fiabilidad de los mismos y asegurar la participación en cada artículo de alguna de las cuatro universidades de Castilla y León. Fruto de este proceso, el conjunto de documentos se redujo hasta 343 artículos¹ que son los publicados por las universidades de Valladolid, Salamanca, León y Burgos en Ciencias Ambientales en el período 1990-2010, a fecha 26 de marzo.

En este momento, se disponía de un conjunto final de artículos indexados en ISI que debían ser tratados y clasificados. Manualmente se procedió a la elaboración de una base de datos con el programa estadístico SPSS que, posteriormente, permitió el análisis de la colaboración institucional y la coautoría. Cada entrada de la base de datos se corresponde con un artículo y se han definido los siguientes campos:

- Número de autores.
- Número de autores castellanoleoneses.
- Número de instituciones firmantes.
- Número de instituciones firmantes castellanoleonesas.
- Tipo de colaboración.
- Revista.
- Año.
- Nombre de las instituciones.
- Colaboración con empresa privada.

Entre los campos de la base de datos cabe señalar que la variable *tipo de colaboración* se ha definido como categórica (con los siguientes valores: 0=Sin colaboración, 1=Departamental, 2=Institucional, 3=Regional, 4=Nacional, 5=Internacional) y que la variable *colaboración con empresa privada* se ha fijado como variable dicotómica (0=No, 1=Sí).

Un aspecto muy importante a solucionar en la base de datos y que influía decisivamente en el análisis de la colaboración institucional, era la normalización de los datos referente al nombre de las instituciones y de

¹ Esta reducción del número de artículos es prueba elocuente de la mejorable fiabilidad de la indización y descripción bibliográfica de la base de datos empleada.

afiliación de los autores a las mismas. Se localizaron variantes en los nombres de las instituciones y direcciones incompletas, además ISI refleja las instituciones firmantes y los autores pero hasta mediados de 2007 no especifica a que institución pertenece cada autor. Dado que este dato era importante para conocer el número de autores castellanoleoneses de cada artículo, en el caso en que las universidades de Castilla y León colaboran con instituciones foráneas, fue necesario recurrir a fuentes externas para localizar dicha información (Google Scholar, Scirus).

Con objeto de observar la evolución temporal de la producción científica, la colaboración institucional y la coautoría se ha tomado como referencia la fecha de publicación de la revista en que aparece el documento, dato que facilita ISI.

4.5. INDICADORES DE PRODUCCIÓN Y COLABORACIÓN CIENTÍFICA

Como instrumento de evaluación científica los indicadores bibliométricos son relativamente recientes. Comienzan a utilizarse a partir de la publicación de *Science and Engineering Indicators* en 1972 por parte de la agencia norteamericana *National Science Foundation* (Sanz-Casado, 2000). Los indicadores proveen información de carácter descriptivo, mostrando el contexto académico en el que se desarrolla la actividad científica y los aspectos más significativos de la producción científica de la población analizada (Sanz-Casado y Conforti, 2005).

La evaluación de la actividad investigadora de las universidades públicas de Castilla y León en Ciencias Ambientales a través de indicadores bibliométricos proporciona resultados objetivos que permiten medir los niveles de producción, colaboración y coautoría de los autores e instituciones objeto de análisis.

El análisis de los resultados de la actividad científica no puede reducirse simplemente a indicadores de producción (Price, 1963), sino que es necesario medir la calidad de la investigación para valorarlos de un modo completo (Maltrás-Barba, 2003). Por ello, se consideran las publicaciones a las que van asociadas los artículos como elemento de visibilidad y calidad de la actividad investigadora, gracias a la información que proporciona el análisis de citas con el factor de impacto como indicador al respecto.

El análisis de citas permite además la creación de redes de colaboración para representar cómo, con quién y en qué medida se relacionan las universidades de Valladolid, Salamanca, León y Burgos con su entorno. Las relaciones de colaboración a distintos niveles se representarán mediante la importación de las matrices de datos y su dibujo en el programa de análisis y visibilidad de redes Pajek (Batagelj y Mrvar, 1997). Esta representación gráfica resulta especialmente útil ya que establece el tipo de relaciones entre las entidades sociales y proporciona una visión panorámica de éstas.

En este estudio se han empleado un conjunto de indicadores científicos que se han agrupado en función del tipo de información que proporcionan:

- Indicadores de producción científica: dan a conocer los datos cuantitativos de la producción científica universitaria en Castilla y León en Ciencias Ambientales. Está basado en el recuento de artículos publicados en el período 1990-2010.
- Indicadores de colaboración científica: el cálculo de estos indicadores bibliométricos se basa en el principio de co-ocurrencia, es decir, el análisis de la aparición conjunta de palabras (Sotolongo, et al., 1998). Aplicados a los autores miden las tendencias de coautoría y, referidos a las instituciones, calculan los niveles de colaboración y elaboran una imagen estructurada de las relaciones entre las universidades castellano-leonesas y el resto de instituciones.
- Indicadores de visibilidad de la producción científica: estiman el impacto de las publicaciones a las que van asociadas los artículos. Reflejan relevancia, calidad y difusión. Se toma el factor de impacto de las publicaciones que proporciona JCR.

Tabla 4.3. Listado de indicadores

Indicadores de producción científica	
Nº total de docs.	Total de artículos científicos producidos
Nº docs. por universidad	Artículos científicos producidos por cada universidad pública de Castilla y León: Valladolid, Salamanca, León y Burgos
Nº docs. por año	Artículos científicos producidos cada año durante el período 1990-2010
Indicadores de colaboración científica	
% de docs. en colaboración	Porcentaje total de artículos científicos en colaboración
Índice de coautoría	Media de autores por artículo
Índice de coautoría en CyL	Media de autores de Castilla y León por artículo
Índice de colaboración institucional	Media de instituciones por artículo
Índice de colaboración institucional en CyL	Media de instituciones de Castilla y León por artículo
Tasa de col. por tipo	Artículos científicos según el tipo de colaboración: departamental, institucional, regional, nacional o internacional
Tasa de col. por universidad	Artículos científicos en colaboración por cada universidad de Castilla y León
Col. universidad-empresa	Artículos científicos producidos en colaboración por universidades públicas de Castilla y León y empresas privadas
Indicadores de visibilidad de la producción científica	
FI en JCR	Factor de impacto según JCR de las revistas donde han publicado las universidades públicas de Castilla y León

5. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados del análisis de la actividad científica de los investigadores de las cuatro universidades de Castilla y León en Ciencias Ambientales durante el período 1990-2010, a través de los indicadores bibliométricos expuestos en el apartado de *Metodología*.

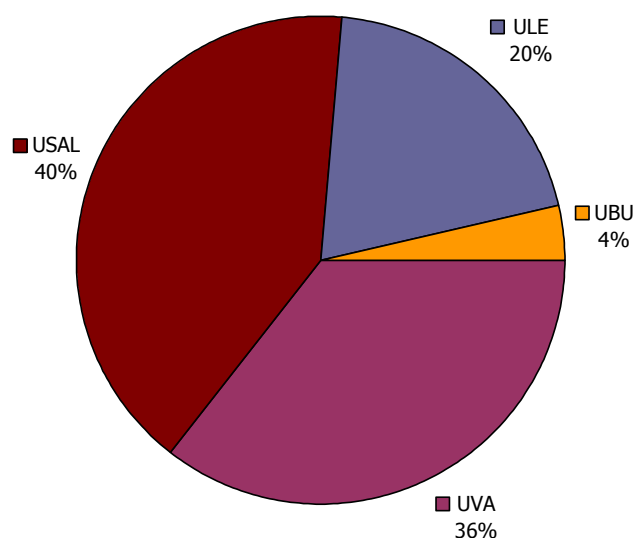
5.1. INDICADORES DE PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

La producción se describe en conjunto y de manera pormenorizada para cada universidad y se pone en relación la producción por años y revistas. Además, se detalla la evolución de la misma por años y se estima la productividad esperada para el período 2010-2013.

5.1.1. N° total de documentos: el número total de artículos publicados en revistas indexadas en ISI Web of Science durante el período asciende a 343 artículos.

5.1.2. N° de documentos por universidad: la producción científica universitaria en Ciencias Ambientales muestra resultados muy dispares según las instituciones. Antes de sacar conclusiones al respecto, se ha de considerar como elemento significativo los departamentos y áreas vinculadas al estudio del medio ambiente con las que cuenta cada universidad (véase apartado 2.4.).

Figura 5.1. Porcentaje de artículos por universidad en CC Ambientales



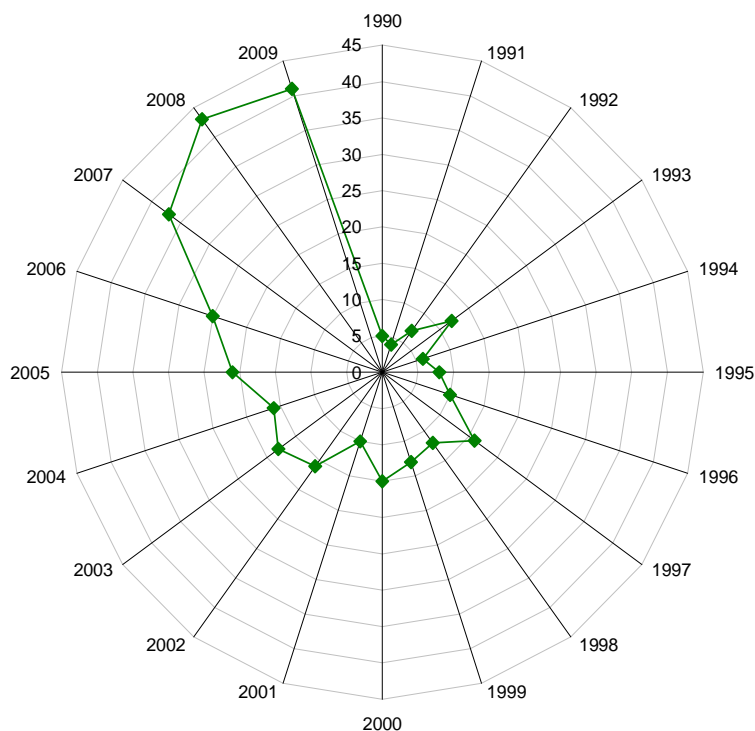
El análisis porcentual indica que la universidad más productiva es Salamanca con un total de 143 artículos seguida de Valladolid con 125 artículos (el número total de documentos es lógicamente menor que la suma del total de documentos por universidad, puesto que en un artículo participa al menos una institución). Estas dos universidades han generado el 76% de la producción científica en Ciencias Ambientales quedando la Universidad de León en una posición secundaria con 70 artículos. Por último, Burgos tiene una presencia ínfima en el estudio del medio ambiente con 13 artículos.

5.1.3. N° de documentos por año: el conjunto de artículos se presenta en primer lugar desglosado por años. Ha de tenerse en cuenta que los datos referentes a 2010 corresponden solamente al primer trimestre del año. Ello explica que no hayan sido considerados para el posterior análisis de la evolución de la producción ni para la estimación de la productividad futura.

Tabla 5.1. Producción por años en CC Ambientales

Años	Producción de las universidades
1990	5
1991	4
1992	7
1993	12
1994	6
1995	8
1996	10
1997	16
1998	12
1999	13
2000	15
2001	10
2002	16
2003	18
2004	16
2005	21
2006	25
2007	37
2008	43
2009	41
2010	8
Total	343

Figura 5.2. Evolución de la producción: 1990-2009

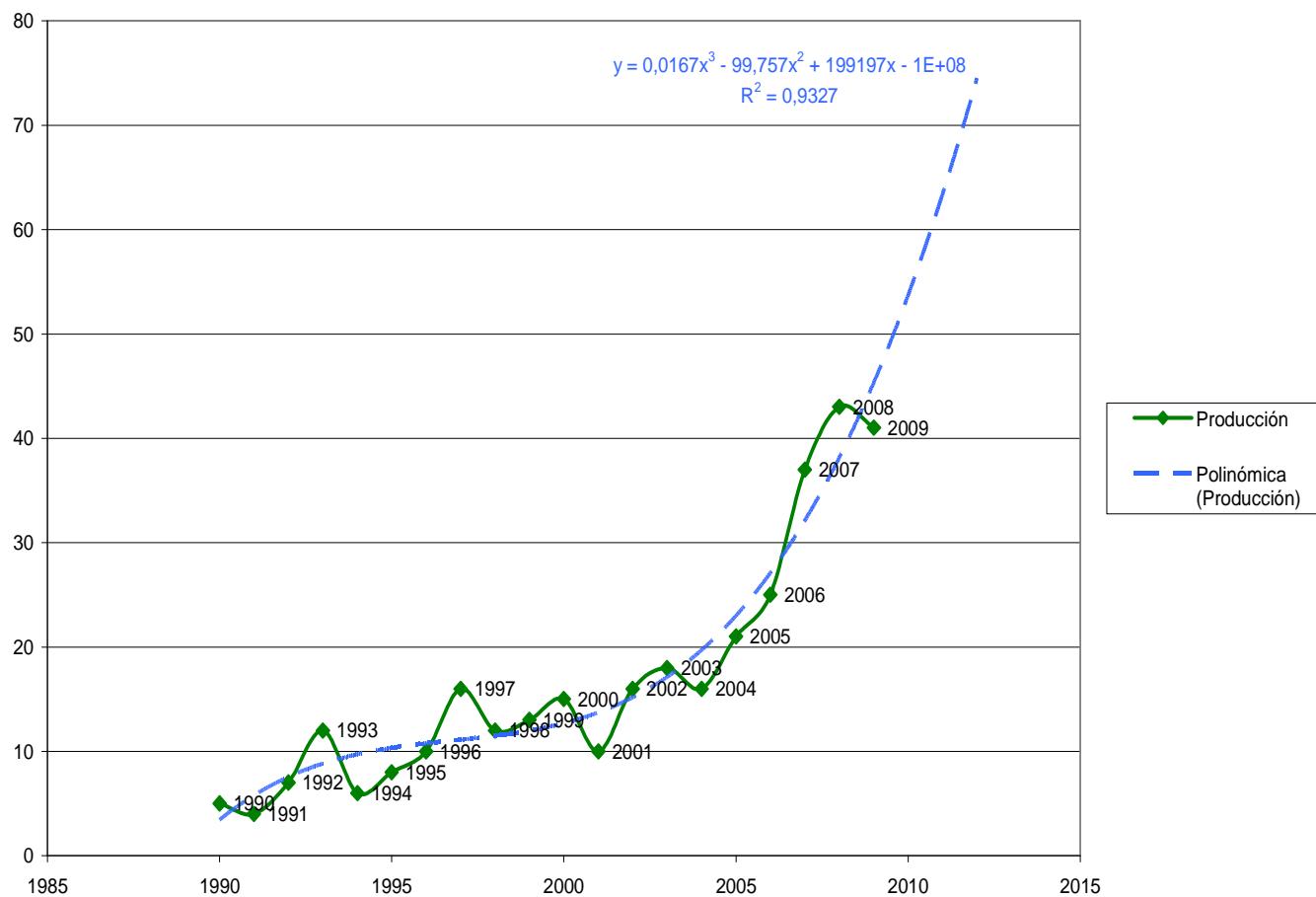


Si se observa la evolución de la producción se aprecian dos etapas bien diferenciadas: un primer período de 1990 a 2003 en el que existe un crecimiento lineal y un segundo, en el que se produce un crecimiento exponencial que alcanza su nivel máximo en el año 2008 para descender ligeramente en 2009.

La tendencia de todo el período parece no lineal. Se ha tratado de ajustar a una recta y ésta no la describe apropiadamente. Se ha optado entonces por ajustar un modelo mixto, una recta para el primer período y otra recta con una pendiente distinta para el segundo, pero tampoco ha ofrecido resultados razonables.

Como no se ha encontrado ningún modelo que se ajustara bien, se ha tratado de analizar todo el período de forma conjunta y así estimar la productividad futura. Tras probar con distintos modelos se ha encontrado que, un modelo polinómico de grado 3 proporciona una alta bondad de ajuste y un coeficiente de determinación muy cercano a uno ($R^2= 0,9327$). A continuación se presenta un gráfico con el ajuste comentado en el que se estima la producción esperada para el período 2010-2013.

Figura 5.3. Estimación de la producción: 2010-2013



Pese a la ligera caída producida en 2009, la tendencia ascendente de la producción en los próximos años parece muy clara, así lo demuestra la alta bondad de ajuste del modelo. Por tanto, la producción científica debería alcanzar los setenta documentos indexados en ISI en el año 2013. No se ha estimado a un plazo más largo, a fin de que la representación resultara realista pese a que estadísticamente fuera factible predecir la productividad más años.

5.2. INDICADORES DE COLABORACIÓN CIENTÍFICA

Las relaciones de colaboración se analizan en conjunto y de forma específica para cada universidad referida a dos aspectos: la coautoría y colaboración institucional. Se presentan varios índices acerca de la media de autores e instituciones por artículo, los porcentajes de colaboración a distintos niveles y la colaboración con empresas privadas.

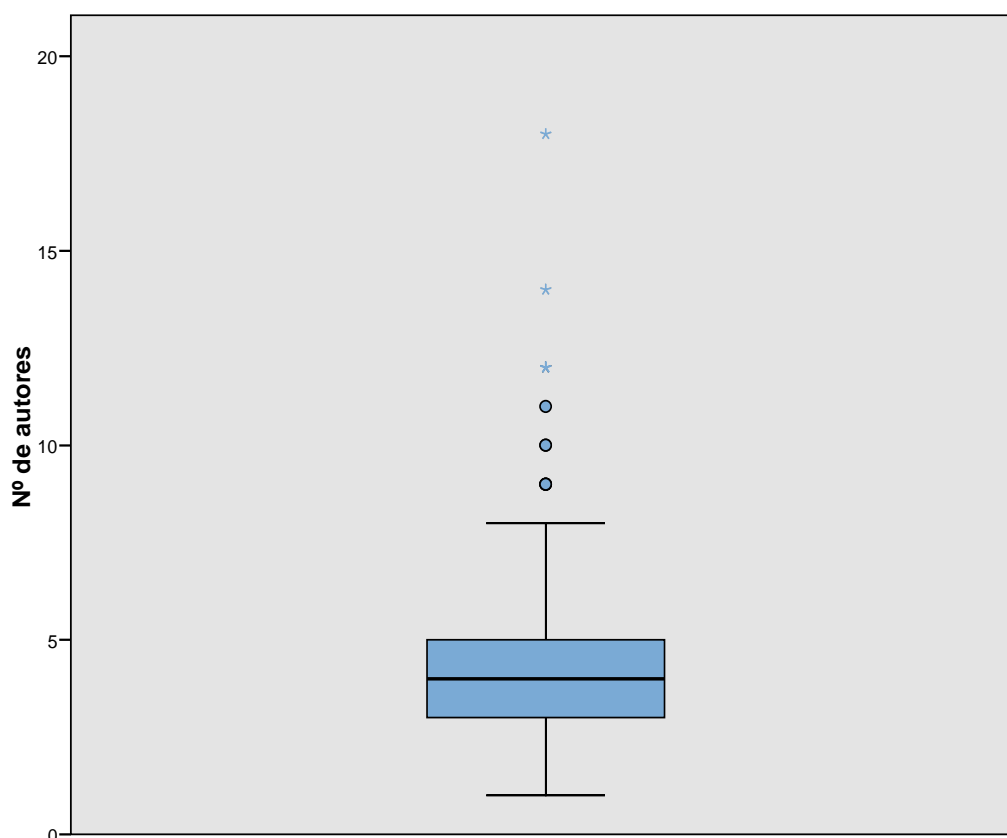
5.2.1. Porcentaje de documentos en colaboración: el número total de documentos en colaboración es realmente elevado puesto que representa el 97,4% de la producción. Es decir, de un total de 343 artículos, 334 han sido producidos por más de un autor.

5.2.2. Índice de coautoría: el número medio de autores por artículo se sitúa ligeramente por encima de cuatro (4,17) con un error estándar de 0,110. Este dato es fiel reflejo del altísimo porcentaje de documentos en colaboración expuesto en el indicador anterior. A continuación se muestra una tabla con el número de autores y la productividad de cada uno y, un box-plot con la distribución total de autores por cada artículo.

Tabla 5.2. Frecuencias y porcentajes de coautoría

Nº de autores	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	9	2,62	2,62
2	40	11,66	14,29
3	92	26,82	41,11
4	98	28,57	69,68
5	43	12,54	82,22
6	27	7,87	90,09
7	16	4,66	94,75
8	6	1,75	96,50
9	4	1,17	97,67
10	2	0,58	98,25
11	1	0,29	98,54
12	3	0,87	99,42
14	1	0,29	99,71
18	1	0,29	100,00
Total	343	100	

Figura 5.4. Distribución de la coautoría



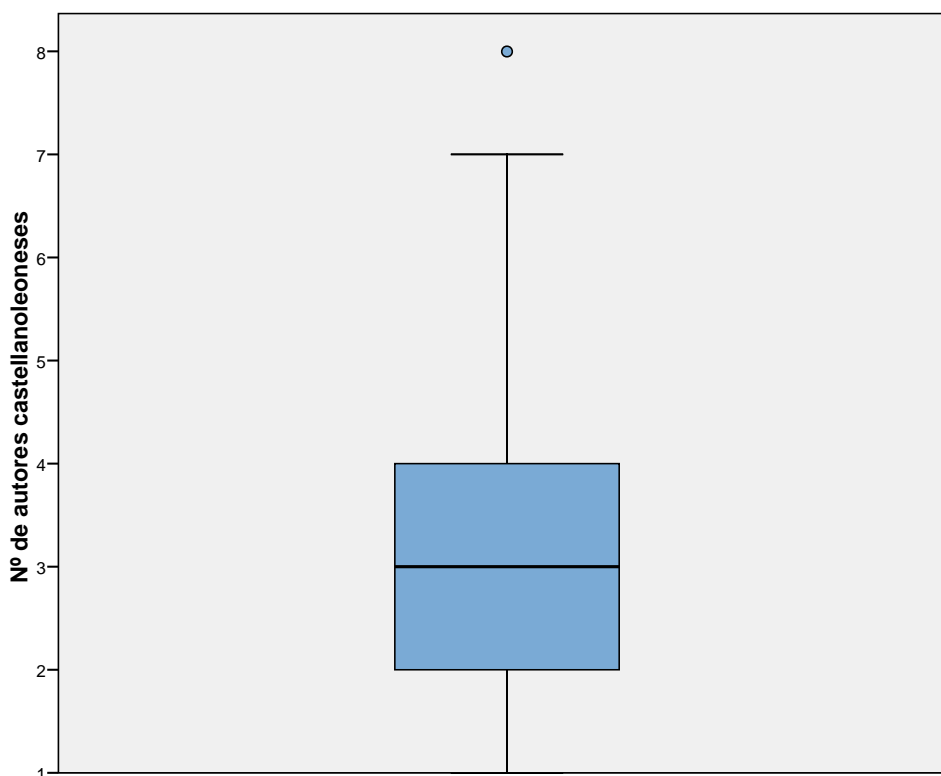
Como indica el recorrido intercuartílico, la producción se concentra en los artículos en que han participado tres, cuatro o cinco autores. El valor central de la distribución representado a través de la mediana es cuatro. Como valor mínimo nueve artículos han sido producidos por un solo autor. Se observan *outliers* como doce, catorce o dieciocho que representa el máximo de autores en un artículo, lo que indica que existe dispersión de los datos. Estos indicios apuntan a que se trata de una distribución asimétrica positiva, donde la mayoría de los datos se concentran en la zona baja y los más altos se encuentran más dispersos.

5.2.3. Índice de coautoría en Castilla y León: el número de autores castellanoleoneses por artículo es lógicamente inferior. La media se sitúa en torno a tres autores (2,87) con un error estándar de 0,078. A continuación se muestran sendas tablas y box-plot para este indicador.

Tabla 5.3. Frecuencias y porcentajes de coautoría en CyL

Nº autores de CyL	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	77	22,45	22,45
2	67	19,53	41,98
3	88	25,66	67,64
4	67	19,53	87,17
5	29	8,45	95,63
6	11	3,21	98,83
7	3	0,87	99,71
8	1	0,29	100,00
Total	343	100	

Figura 5.5. Distribución de la coautoría en CyL



Los artículos en los que participa tan sólo un autor de Castilla y León tienen cierta presencia pues representan el 22,45% pese a ser un valor atípico. El rango intercuartílico indica que en más de la mitad de los artículos han participado dos, tres o cuatro autores castellanoleonenses siendo estos valores los más frecuentes. A partir de cuatro autores se consideran ya como valores poco frecuentes, siendo el único valor discordante un artículo en el que participan ocho autores de la región. La mediana como medida de posición central se sitúa en 3. Por tanto, los indicios apuntan a una distribución con una ligera asimetría negativa.

5.2.4. Índice de colaboración institucional: la participación de autores afiliados a diferentes instituciones entre sí representa el 54,23% de la colaboración, lo que indica que esta es la tendencia más habitual de producción. Aunque estos datos son claramente positivos, la colaboración entre miembros de una misma institución tiene un peso importante en la producción pues representa el 45,77% restante, así el trabajo en grupos físicos sigue siendo una práctica habitual en la investigación. En la siguiente tabla se muestran los datos desglosados por número de instituciones firmantes.

Tabla 5.4. Frecuencias y porcentajes de col. institucional

Nº de instituciones firmantes	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	157	45,77	45,77
2	112	32,65	78,43
3	42	12,24	90,67
4	18	5,25	95,92
5	5	1,46	97,38
6	3	0,87	98,25
8	1	0,29	98,54
9	1	0,29	98,83
10	1	0,29	99,13
14	1	0,29	99,42
15	1	0,29	99,71
22	1	0,29	100,00
Total	343	100	

Estos datos se confirman a través de las medidas de posición central, la media alcanza el valor 2,04 con un error estándar de 0,102, mientras que la mediana se sitúa en 2. Si se analizan los datos para cada universidad se obtienen resultados muy similares a los de todo el conjunto, así la variabilidad de la media para cada universidad respecto al total es escasa, siendo el mínimo Salamanca con 1,96 y Valladolid el máximo con 2,17.

5.2.5. Índice de colaboración institucional en Castilla y León: la colaboración con entidades de la región no es una tendencia habitual pues supone tan sólo el 12,83% de la colaboración en Ciencias Ambientales. Así lo reflejan las medidas de posición central, la media se sitúa en 1,15 con un error estándar de 0,022 y la mediana alcanza el valor 1.

Tabla 5.5. Frecuencias y porcentajes de col. institucional en CyL

Nº de instituciones firmantes de CyL	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	299	87,17	87,17
2	38	11,08	98,25
3	6	1,75	100,00
Total	343	100	

Como se observa en la tabla, prácticamente en nueve de cada diez artículos ha intervenido sólo una institución, siendo la tendencia de colaboración predominante la producción en colaboración con entidades foráneas. El valor máximo, que son tres instituciones, indica que ningún artículo de los producidos en todo el período ha sido elaborado conjuntamente por autores afiliados a las universidades de Valladolid, Salamanca, Burgos y León.

5.2.6. Tasa de colaboración por tipo: la forma de colaboración más habitual es la que se da entre autores de un mismo departamento con un 36,15% de la producción. Un dato importante es el mínimo porcentaje, 2,62%, que representan los artículos firmados por un único autor, lo que indica la importancia de la investigación en equipo en esta disciplina.

Tabla 5.6. Frecuencias de colaboración por tipo

Tipo de colaboración	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Sin colaboración	9	2,62	2,62
Departamental	124	36,15	38,78
Institucional	24	7,00	45,77
Regional	27	7,87	53,64
Nacional	71	20,70	74,34
Internacional	88	25,66	100,00
Total	343	100	

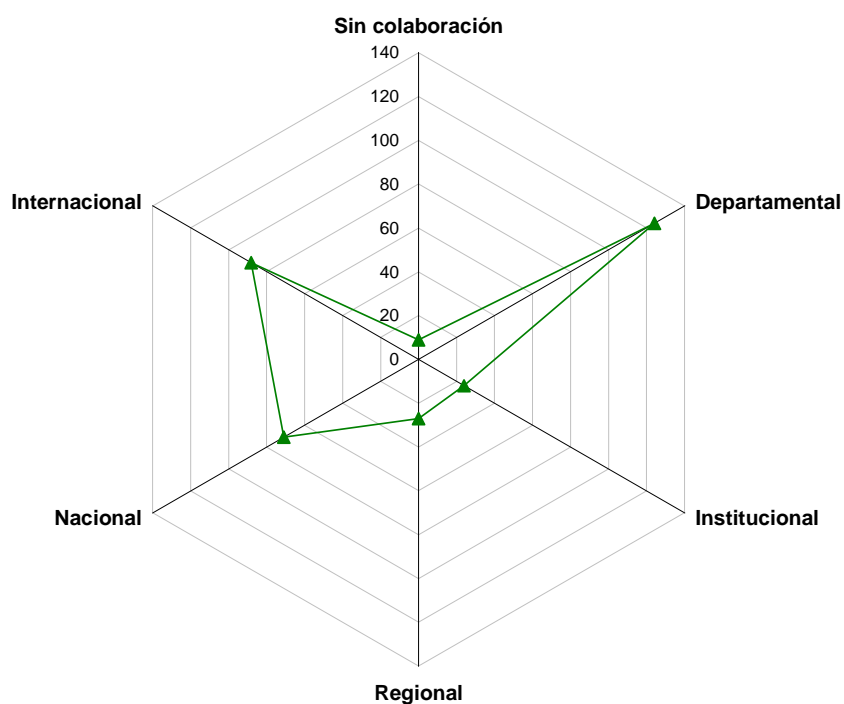
Los artículos en colaboración publicados por distintos departamentos de una misma universidad son poco frecuentes, así como la colaboración entre organismos de Castilla y León, pues representan el 7% y el 7,87% respectivamente. Al observar los datos recogidos se aprecia que las entidades de la comunidad suelen agruparse para colaborar con otras instituciones nacionales o internacionales.

En cuanto a la colaboración con entidades de otras comunidades supone un 20,70%, de modo que se aprecia un aumento considerable respecto a la colaboración dentro de la comunidad. Este mayor alcance de la investigación se confirma al observar los niveles de colaboración internacional.

El dato más relevante que aporta este indicador es la proyección internacional de las Ciencias Ambientales en Castilla y León el cual es más que destacable, pues un 25,66%, es decir uno de cada cuatro artículos, ha sido elaborado conjuntamente con instituciones de otros países. Además es el segundo tipo de colaboración más habitual sólo por detrás de la departamental.

A continuación se muestra un gráfico radial en el que se observa el peso de cada tipo de colaboración, donde destacan los 88 artículos producidos por las universidades junto a entidades de otros países.

Figura 5.6. Tasa de colaboración total por tipo

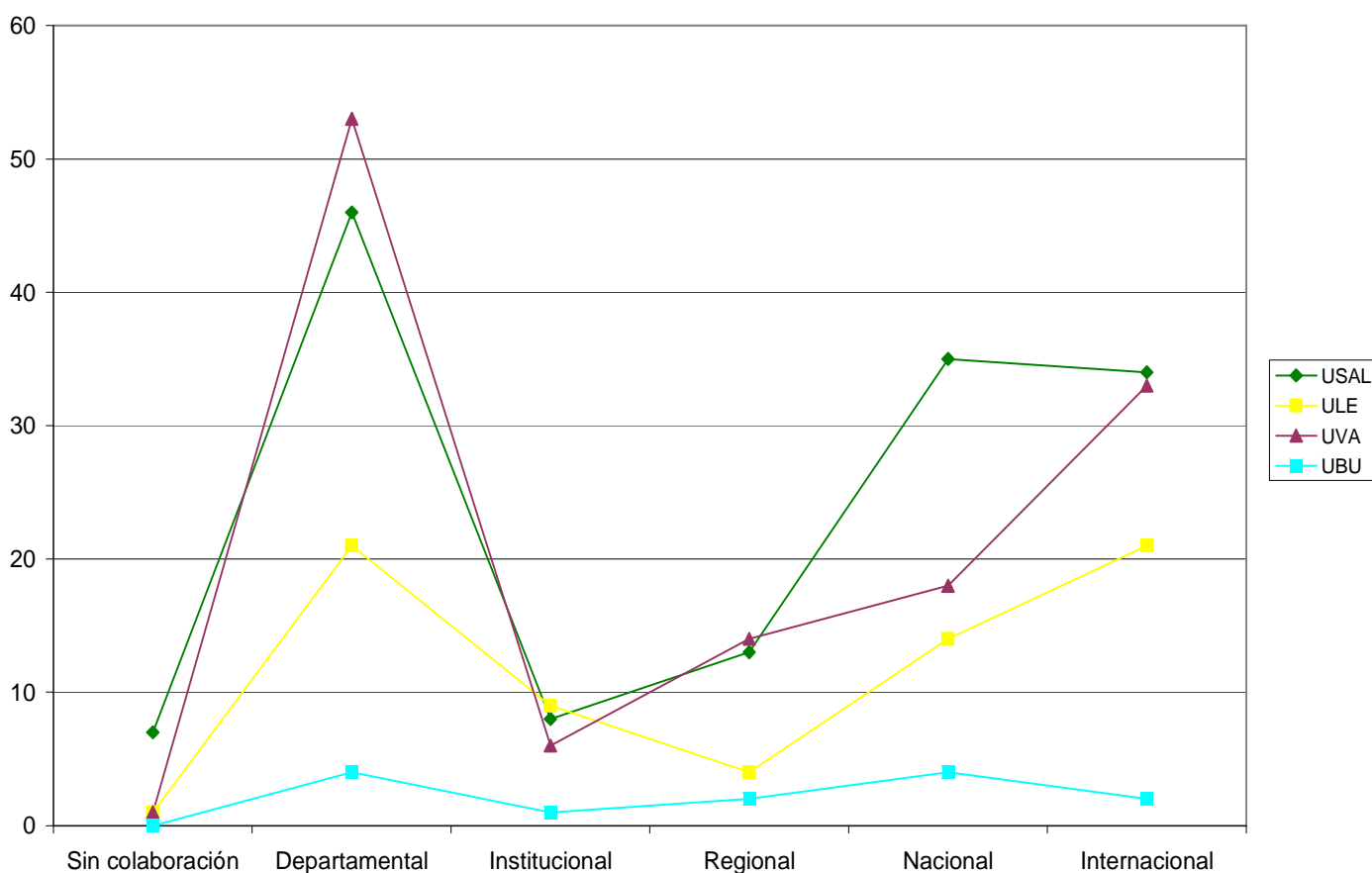


5.2.7. Tasa de colaboración por universidad y tipo: si se desglosan los datos para cada una de las cuatro universidades no se aprecian diferencias significativas aunque sí matices reseñables. Se presenta una tabla de contingencia y un polígono de frecuencias para analizar los datos de cada universidad.

Tabla 5.7. Frecuencias de colaboración por universidad y tipo

Tipo de colaboración	USAL	UVA	ULE	UBU
Sin colaboración	7	1	1	0
Departamental	46	53	21	4
Institucional	8	6	9	1
Regional	13	14	4	2
Nacional	35	18	14	4
Internacional	34	33	21	2
Total	143	125	70	13

Figura 5.7. Tasa de colaboración por universidad y tipo



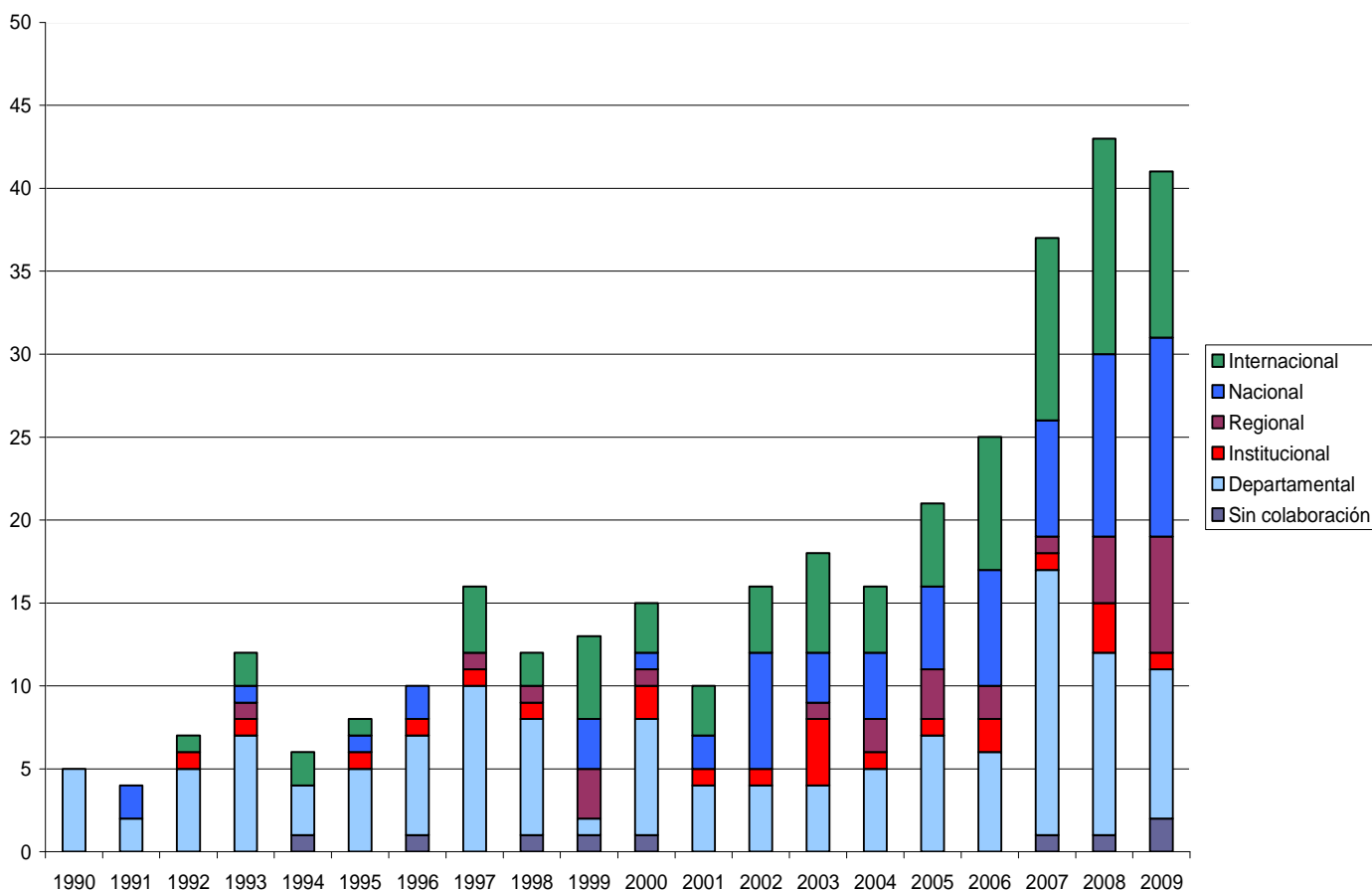
La producción mediante colaboración departamental es la más frecuente en tres de las cuatro universidades: Salamanca (32,17%), Valladolid (42,40%), Burgos (30,77%). Tan solo la universidad de León rompe esta clara tendencia ya que la colaboración con entidades de otros países representa el 30% e iguala a la de artículos producidos por autores de un mismo departamento.

Si se observa la colaboración institucional, se aprecia un comportamiento muy similar en cada universidad respecto al conjunto; sólo en León tiene algo más de peso (12,86%). En cuanto a la colaboración regional tampoco hay diferencias significativas.

En cambio, en la colaboración con instituciones nacionales la universidad de Salamanca ha producido prácticamente la mitad de los artículos en todo el período. A nivel internacional Salamanca (23,77%) y Valladolid (26,4%) son las que han producido más artículos pero porcentualmente León (30%) ha colaborado con más asiduidad.

Un resultado significativo es el elevado número de artículos producidos por un solo departamento. Este dato está muy influenciado por la primera década del estudio (1990-2000), pues el avance y generalización de las nuevas tecnologías ha supuesto un cambio total respecto a los métodos de comunicación tradicionales. A partir del año 1999 se observa como la colaboración nacional e internacional representan un porcentaje similar o superior al de la colaboración departamental, tendencia que con el paso de los años se vuelve más notoria. A continuación se presenta un gráfico con la frecuencia de cada tipo de colaboración y su evolución temporal (se excluye 2010 por recoger datos parciales).

Figura 5.8. Evolución temporal de los tipos de colaboración



Como evidencia de lo comentado, la colaboración departamental produjo en el período 1990-2000, 51 artículos por diez de la colaboración nacional y veinte de la internacional. En la década siguiente, la tendencia se invierte y la producción entre los tres tipos de producción se equipara, 66 artículos departamentales, 61 nacionales y 68 internacionales.

5.2.8. Colaboración universidad – empresa: la producción de artículos en colaboración con entidades privadas no es una circunstancia habitual en Ciencias Ambientales.

Tabla 5.8. Porcentaje de colaboración universidad-empresa

Colaboración con empresas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
No	328	95,63	95,63
Sí	15	4,37	100,00
Total	343	100	

5.3. ANÁLISIS DE REDES DE COLABORACIÓN

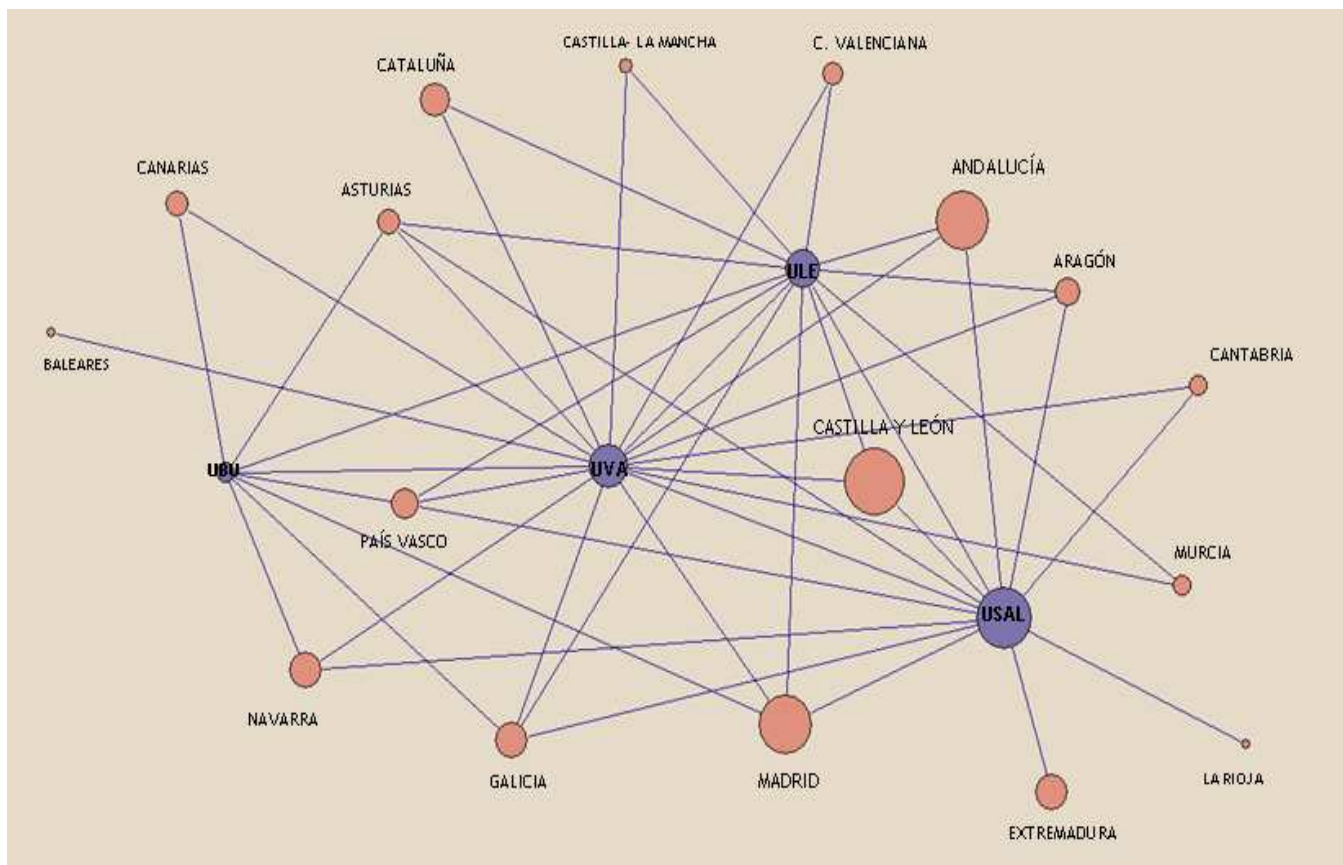
Las redes de colaboración asimétrica reflejan las relaciones de colaboración científica entre las universidades de Castilla y León y las regiones de las instituciones con quienes han colaborado. Con una sola imagen, la red permite visualizar características relacionales y atributivas, de modo que se obtiene una visión panorámica de los tipos de colaboración científica.

Para su representación gráfica, cada nodo se ha dibujado en forma de esfera, de modo que su tamaño indique la producción absoluta y las líneas que los unen señalen la relación entre los nodos.

A continuación, se presentan las siguientes redes de colaboración:

- A nivel nacional según Comunidades Autónomas.
- A nivel internacional según países.
- A nivel internacional según zonas geográficas.

Figura 5.9. Red de colaboración nacional por CCAA



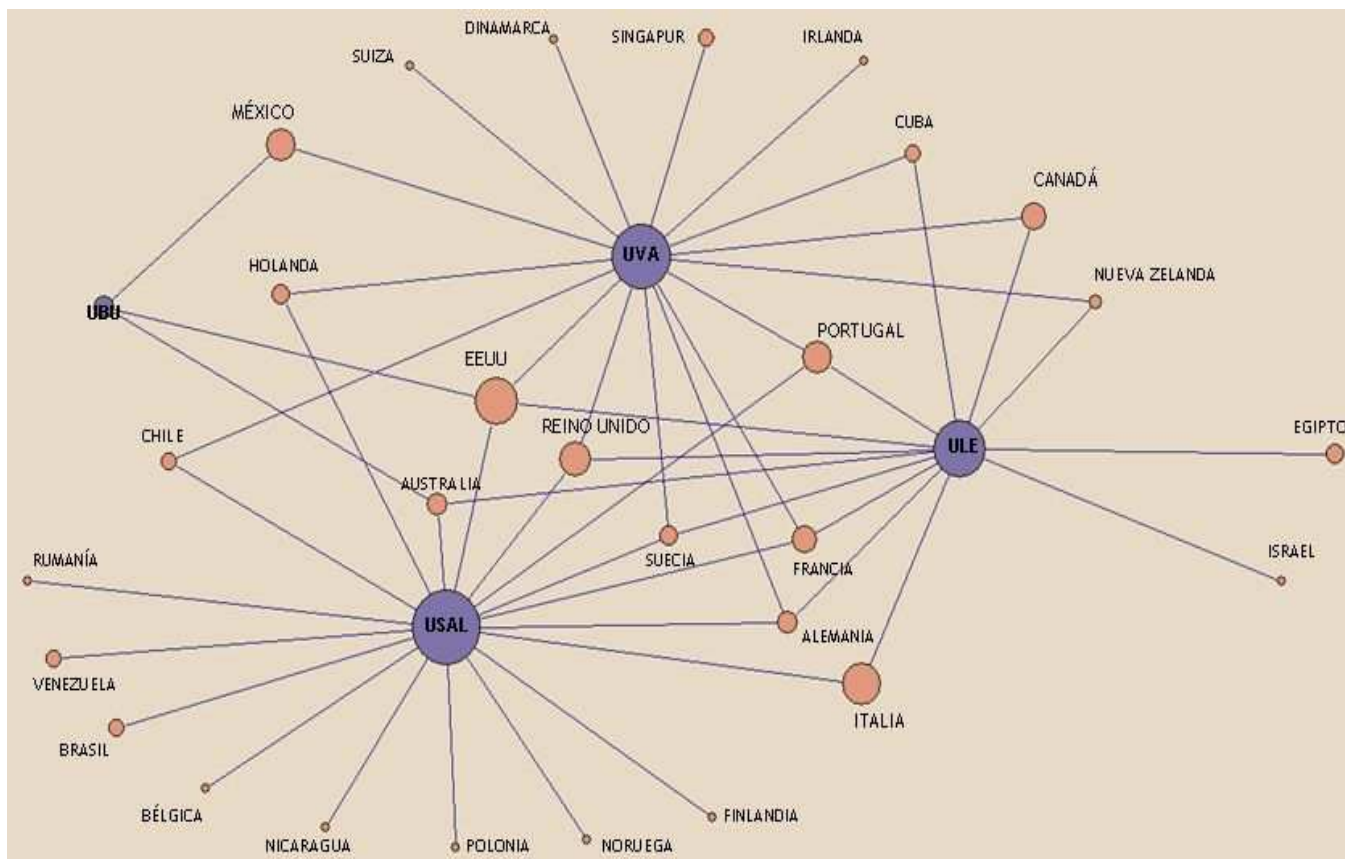
A nivel nacional la universidad más productiva es Salamanca. Los autores afiliados a dicha universidad han colaborado en su mayoría con instituciones de Andalucía, Madrid, Extremadura y Navarra con quienes ha firmado el 65% de artículos en colaboración. La asociación con el resto de comunidades ha sido muy esporádica.

La universidad de Valladolid, produciendo menos artículos, ha colaborado a excepción de Extremadura y La Rioja con instituciones de todas las Comunidades Autónomas. Se observa una comunicación habitual con instituciones de Andalucía, Madrid y de la propia región, pues suponen el 60,24% de la producción.

En el caso de León prácticamente la mitad de la colaboración nacional (48,64%) se ha llevado a cabo con instituciones de Andalucía, Galicia y Madrid. Las relaciones entre las instituciones parecen menos claras pues la producción en colaboración restante se reparte entre ocho comunidades. Por último, Burgos con una producción cuantitativamente muy escasa ha firmado el 37,5% de los artículos con instituciones de Canarias.

Además, cabe señalar el porcentaje que supone la producción con entidades de Castilla y León en las universidades con mayor producción, un 22,86% en el caso de la universidad de Salamanca y un 27,5% en la universidad de Valladolid.

Figura. 5.10. Red de colaboración internacional por países

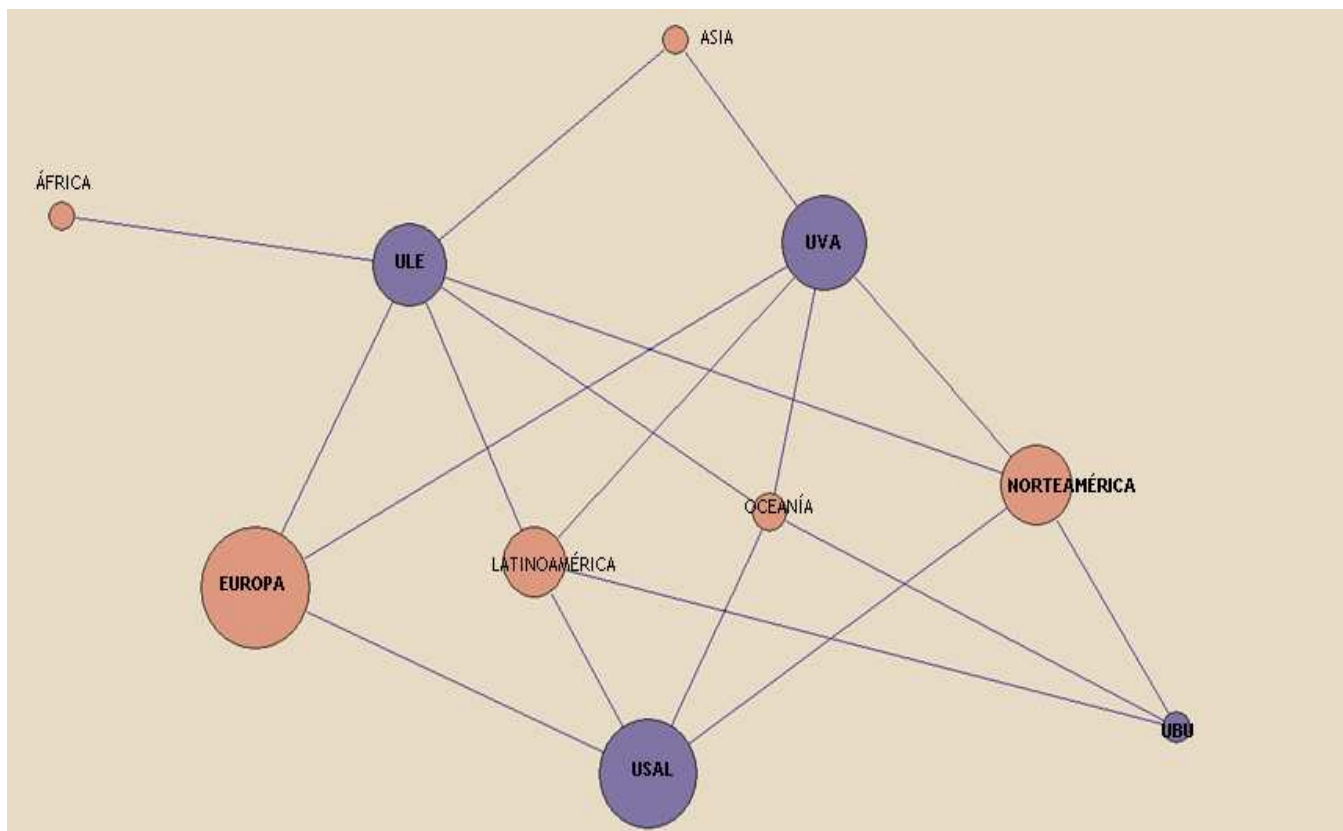


La imagen por países muestra una gran dispersión de las relaciones de colaboración establecidas entre las universidades de Castilla y León y las instituciones de otros países. Esta incidencia es principalmente visible a nivel europeo, y en menor medida en Latinoamérica.

De modo que existe un pequeño núcleo de países con los que más se ha colaborado; se trata de Estados Unidos, Reino Unido, Italia, Portugal y México que representan el 54% de la colaboración internacional total. Por otro lado, queda un importante contingente de países con los que se ha publicado de forma muy puntual.

Por universidades, Salamanca ha colaborado más asiduamente con Italia (28,57%) y Estados Unidos (19,64%). En el caso de Valladolid, la producción con autores de otros países tan sólo se concentra mínimamente en México (18,60%) y Estados Unidos (13,95%). La red de colaboración de la universidad de León muestra una situación similar, donde el porcentaje mayor de artículos ha sido producido con instituciones de Estados Unidos (16,66%) y Reino Unido (16,66%). Por último, la universidad de Burgos se ha asociado con entidades de Estados Unidos, Australia y México.

Figura 5.11. Red de colaboración internacional por zonas geográficas



Al agrupar la colaboración internacional por zonas geográficas se obtiene una imagen clara de las relaciones y vínculos sociales establecidos.

Las instituciones europeas acaparan la mayor parte de la colaboración, así lo reflejan los datos porcentuales de las tres universidades que han producido el 96% de los artículos: el 64,28% Salamanca, el 45,45% León y el 41,86% Valladolid.

La segunda circunstancia más común es la asociación con autores afiliados a entidades norteamericanas que supone para León el 24,24%, para Valladolid el 23,25% y para Salamanca el 19,64%. La última de las regiones de las que se esperaría una mayor comunicación científica es de autores afiliados a instituciones latinoamericanas, sobre todo en el caso de Valladolid (23,25%) y Salamanca (19,64%).

En cuanto a Burgos, su producción y colaboración internacional se ha limitado al continente americano (Norteamérica 20% y Latinoamérica 40%) y Oceanía (40%).

La colaboración con el resto de regiones ha sido muy puntual (Oceanía 5,11%, Asia 2,92% y África 2,92%), lo que indica que la comunicación y asociación con autores de estas latitudes es mínima.

5.4. VISIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

El uso de un indicador cualitativo, como el factor de impacto que suministra JCR, enriquece el estudio al aportar información sociométrica que, al basarse en el análisis de citas, refleja el nivel de calidad e influencia intelectual de las revistas.

A través del campo *Revista* de la base de datos se ha calculado la frecuencia de publicación de artículos en las publicaciones. De un total de 95 revistas, la mitad de la producción científica está recogida en quince de ellas, con lo que puede afirmarse que existe una concentración de esa producción.

Tabla 5.9. Revistas con mayor representación

Revistas	Frecuencia	Porcentaje acumulado
Water Research	30 artículos	8,7
Applied Catalysis A-General	16 artículos	13,4
Chemosphere	14 artículos	17,5
Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering	13 artículos	21,3
Journal of Hazardous Materials	13 artículos	25,1
Applied Catalysis B-Environmental	12 artículos	28,6
Science of the Total Environment	11 artículos	31,8
Journal of Environmental Radioactivity	10 artículos	34,7
International Journal of Biometeorology	9 artículos	37,3
Waste Management	9 artículos	39,9
Biological Conservation	8 artículos	42,3
Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology	8 artículos	44,6
Ecological Engineering	8 artículos	46,9
Atmospheric Environment	7 artículos	49
Environmental Toxicology and Chemistry	7 artículos	51

Si se cotejan los datos más recientes disponibles sobre visibilidad e impacto del núcleo central de revistas, se observa que según JCR en 2008 once de las quince revistas son muy relevantes al situarse en el primer y segundo cuartil en sus disciplinas. Incluso tres revistas ocupan la primera posición en alguna de sus categorías.

Con objeto de reflejar de una forma más pormenorizada la calidad de las revistas que conforman el núcleo central, se presenta a continuación una breve descripción de los cinco primeros títulos con mayor representación y su posición² en sus disciplinas.

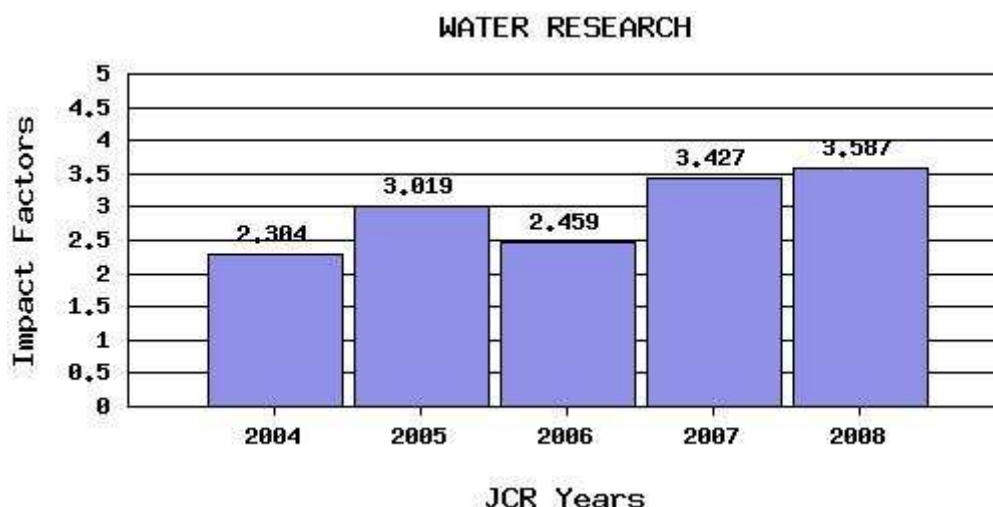
- 1) Water Research: revista anglosajona editada por Pergamon-Elsevier Science, publica artículos de investigación de ciencia y tecnología sobre aspectos de calidad del agua y su tratamiento mundial. Se trata de una de las publicaciones más destacadas en Ciencias Ambientales. De hecho, en el área de *Water Resources* es la revista de mayor calidad.
 - Factor de impacto: 3.587.

Tabla 5.10. Water Research: categorías y ranking en 2008

Categorías Temáticas	Posición de la revista	Cuartil
Engineering, Environmental	3ª posición de 38	Q1
Environmental Sciences	13ª posición de 163	Q1
Water Resources	1ª posición de 60	Q1

² Las medidas de posición (cuartiles) se han interpretado en la forma presentada por JCR, pese a que gráficamente este uso propicia una interpretación errónea de la distribución de las revistas en las categorías temáticas.

Figura 5.12. Water Research: evolución del FI



Los datos de impacto de años anteriores confirman a *Water Research* como una de las publicaciones con mayor visibilidad e influencia en Ciencias Ambientales. Se observa una tendencia estable, pese a los descensos de 2004 y 2006, que sitúan a la revista dentro del primer cuartil. Estos datos destacan sobremanera en las categorías *Water Resources*, donde ocupa la primera posición durante todo el período y en *Engineering, Environmental*, pues no desciende de la cuarta posición.

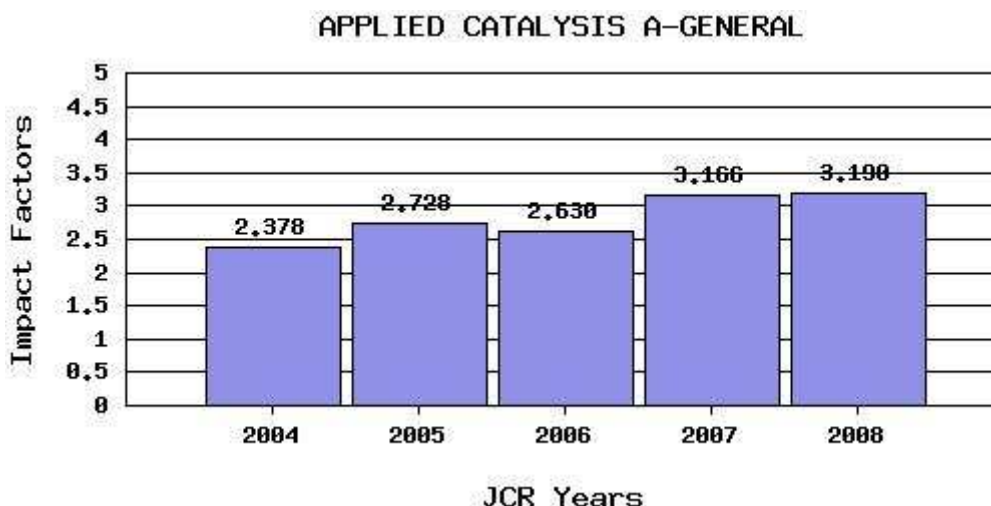
- 2) Applied Catalysis A-General: publicación holandesa editada por Elsevier Science en inglés. Publica artículos sobre aspectos básicos, prácticos y teóricos, de la catálisis. Según factor de impacto es una revista con un alto nivel de visibilidad.

- Factor de impacto: 3.190

Tabla 5.11. Applied Catalysis A-General: categorías y ranking en 2008

Categorías Temáticas	Posición de la revista	Cuartil
Environmental Sciences	21ª posición de 163	Q1
Chemistry, Physical	29ª posición de 113	Q2

Figura 5.13. Applied Catalysis A-General: evolución del FI



Si se observa la evolución del factor de impacto, la publicación experimentó un notable aumento en el año 2007. Pese a ello, en años anteriores ocupó posiciones más elevadas en las áreas a las que está adscrita. En *Environmental Sciences* se mantuvo entre las quince primeras revistas durante el período que señala el gráfico y en la categoría *Chemistry, Physical*, se situó en el primer cuartil. Estos datos afianzan a *Applied Catalysis A-General* en el grupo de revistas más relevantes de Ciencias Ambientales.

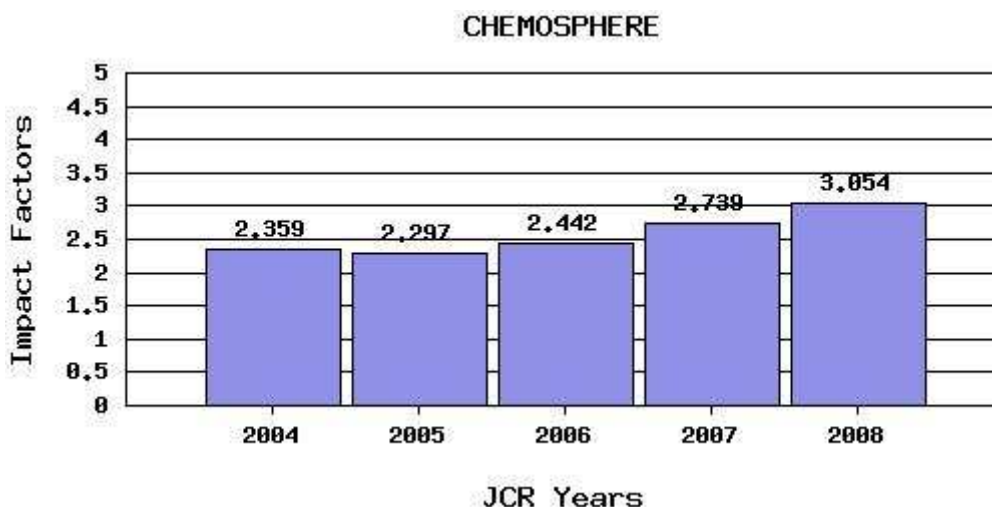
- 3) Chemosphere: publicación británica editada por Pergamon-Elsevier Science. La revista tiene un carácter multidisciplinar y difunde investigaciones sobre aspectos relacionados con las Ciencias Ambientales. El factor de impacto indica que se trata de una publicación influyente con un alto grado de visibilidad.

- Factor de impacto: 3.054

Tabla 5.12. Chemosphere: categorías y ranking en 2008

Categorías Temática	Posición de la revista	Cuartil
Environmental Sciences	23 ^a posición de 163	Q1

Figura 5.14. Chemosphere: evolución del FI



La revista ha experimentado un leve descenso de su visibilidad en los últimos años pese al incremento de su impacto, provocado por una mayor actividad en la disciplina. Pese a este ligero descenso está situada de forma estable dentro del primer cuartil, por lo que es una publicación significativa en Ciencias Ambientales.

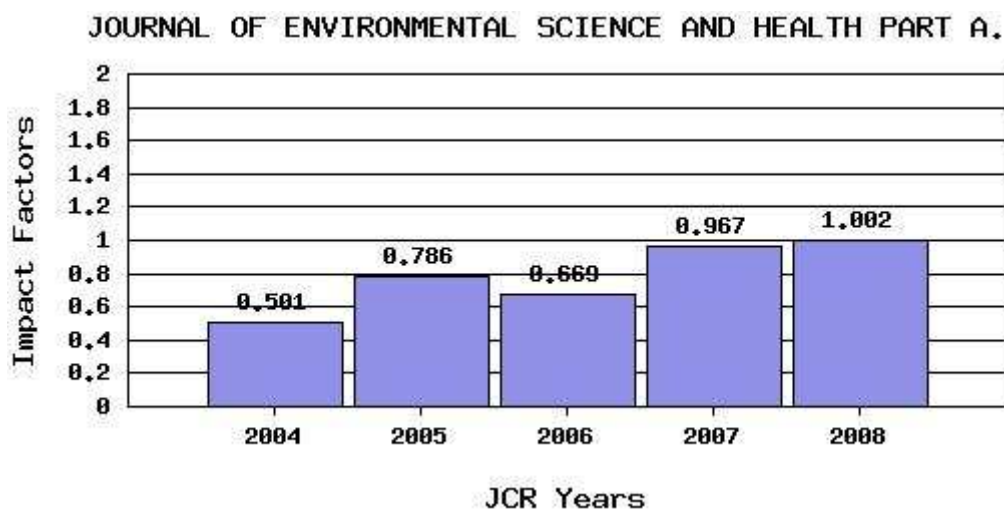
- 4) Journal of Environmental Science and Health Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering: revista estadounidense publicada por la editorial Marcel Dekker. Difunde artículos sobre avances en ciencia e ingeniería aplicados a la solución de problemas medioambientales. Si se analiza el nivel de visibilidad en JCR se observa que ocupa una posición secundaria en el estudio del medio ambiente.

- o Factor de impacto: 1.002

Tabla 5.13. Journal of Environmental Science and Health Part A: categorías y ranking en 2008

Categorías Temáticas	Posición de la revista	Cuartil
Engineering, Environmental	25ª posición de 38	Q3
Environmental Sciences	117ª posición de 163	Q3

Figura 5.15. Journal of Environmental Science and Health, Part A: evolución del FI



La evolución del factor de impacto indica un progresivo aumento de la visibilidad de la revista pero sigue estando en una posición sólo intermedia. A pesar del descenso de 2006 está consolidada dentro del tercer cuartil.

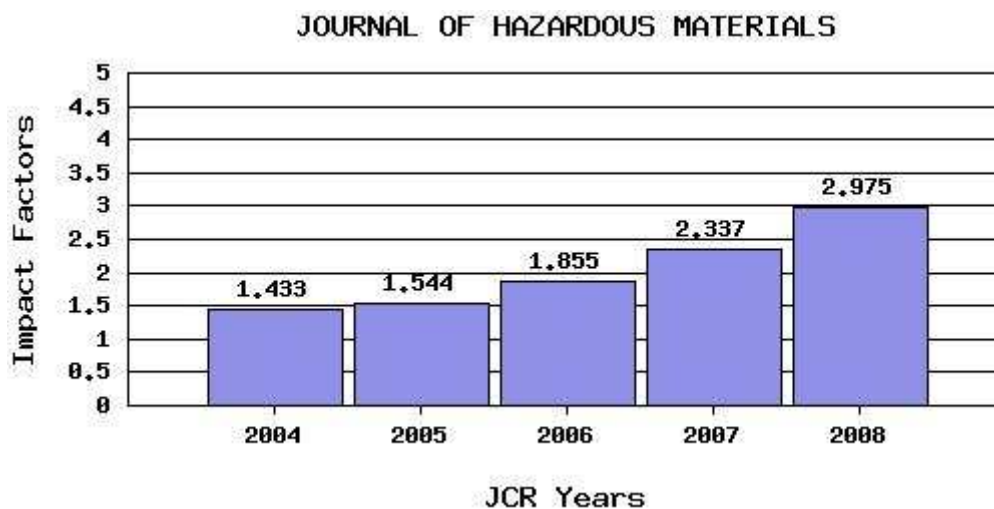
- 5) Journal of Hazardous Materials: revista holandesa editada por Elsevier Science en inglés. Publica artículos acerca de los peligros y riesgos que ciertos materiales representan para el medio ambiente y las personas, así como sobre el modo de controlar estos riesgos asociados. Actualmente se trata de la principal publicación en el área de *Engineering, Civil* y una referencia muy importante en el estudio del medio ambiente.

- Factor de impacto: 2.975

Tabla 5.14. Journal of Hazardous Materials: categorías y ranking en 2008

Categorías Temáticas	Posición de la revista	Cuartil
Engineering, Civil	1ª posición de 91	Q1
Engineering, Environmental	5ª posición de 38	Q1
Environmental Sciences	25ª posición de 163	Q1

Figura 5.16. Journal of Hazardous Materials: evolución del FI



En la última década, la revista ha experimentado un gran incremento de su factor de impacto que culmina con los datos de 2008. Su creciente importancia la ha asentado de forma destacada en el primer cuartil de sus áreas y se presenta como una revista de calidad que asegura una gran visibilidad a los investigadores.

6. CONCLUSIONES

6.1. PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

Una parte muy importante de la producción científica en el periodo estudiado se concentra en dos universidades: Salamanca, un 40%, y Valladolid, un 36%. En una posición más secundaria queda León con un 20% y por último, Burgos cuya producción representa el 4% restante.

La evolución de la producción durante el período ha experimentado un aumento muy significativo. En el estudio se han detectado dos etapas bien diferenciadas, una primera que va de 1990 a 2003 donde el crecimiento es lineal y supone un aumento del 360%, y una segunda de 2004 a 2009 donde el crecimiento es exponencial y supone un incremento del 256,25%. En comparación con otros estudios a diferente escala sobre universidades basados en la indexación de artículos en ISI (Iribarren-Maestro, 2006), la producción de la universidad Carlos III en el período 1997-2003 también aumento de forma muy significativa, un 128%.

El aumento de la productividad en los próximos años es evidente; se estima que para el año 2013 la producción e indexación de artículos en ISI Web of Science firmados por autores de universidades de Castilla y León supere los 70 documentos.

Por tanto se concluye que:

1. Si se tienen en cuenta los departamentos y áreas vinculadas a las Ciencias Ambientales sólo en el caso de León cabría esperar mayor productividad.
2. El gran aumento de la productividad acontecido a partir del año 2005 está íntimamente relacionado con la concienciación por parte de la comunidad científica de la necesidad de publicar artículos en revistas indexadas en ISI Web of Science, pues se trata del principal índice de evaluación de la calidad investigadora. Hasta los primeros años del nuevo siglo, en la mayoría de los casos, la presencia de indicadores de visibilidad de las revistas no había sido un criterio generalizado a valorar por los investigadores a la hora de pensar en qué revistas publicar.
3. La tendencia ascendente de la producción en el futuro se corresponde en el tiempo con las crecientes inversiones presupuestarias realizadas en medio ambiente en los últimos años.

Una posible continuación a este estudio sería un trabajo sobre la relación entre presupuesto y producción, donde se analice el origen y procedimientos de la subvención de proyectos de investigación en Ciencias Ambientales.

6.2. COLABORACIÓN CIENTÍFICA

Las universidades castellanoleonesas trabajan fundamentalmente en equipo, como lo prueba que el 97,4% de los artículos han sido producidos en colaboración.

La participación de autores afiliados a más de una institución es una constante, a pesar de que el trabajo en grupos físicos tiene un peso considerable. Por otro lado, el cálculo de las tasas de colaboración pone de manifiesto que ha de favorecerse el trabajo entre distintos departamentos y universidades de la región.

El dato más destacado en este apartado es el hecho de que el 25,66% de los artículos ha sido producido conjuntamente con instituciones internacionales. Ligeramente por debajo queda la colaboración con otras comunidades, donde destaca Salamanca como la universidad más activa con prácticamente la mitad de los artículos en el período.

Si se comparan los porcentajes de colaboración internacional con los suministrados para Castilla y León por el trabajo sobre colaboración de las universidades españolas (Olmeda-Gómez et al., 2006), éstos se situaban por encima del 30% en el período 2000-2004. De modo que si se tiene en cuenta que en la segunda década del presente estudio (véase apartado 6.2.7), la producción internacional se equipara a la departamental cabría esperar un porcentaje de artículos a nivel internacional similar para dicho período.

En cuanto a las relaciones establecidas entre las universidades y su entorno cabe destacar:

Por CCAA: hay dispersión en las relaciones de colaboración. La asociación con instituciones de Madrid, Andalucía y de la propia comunidad supone el 43,85% de la producción. La producción con otras comunidades se concentra mínimamente entre Salamanca con Extremadura y Madrid ambas con un 17,14% y, Valladolid con Madrid con un 18,07%.

Por países: cada universidad se relaciona de forma independiente con su entorno, es decir, hay comunicación con muchas instituciones de diferentes países pero una escasa concentración de la producción a excepción de Estados Unidos (17,88%). Por universidades, se ha detectado un núcleo de producción entre Salamanca e Italia con un 28,57% quedando ya la siguiente red de colaboración entre Valladolid y México con un 18,60%.

Por zonas geográficas: se aprecia con claridad que en Ciencias Ambientales las universidades se asocian, pese a la dispersión mencionada, con otras instituciones europeas (50,36%) y más ocasionalmente con entidades norteamericanas (21,90%) y latinoamericanas (16,79%).

Los resultados expuestos han llevado a los siguientes razonamientos:

4. La evolución temporal de los tipos colaboración induce a afirmar que en los próximos años la colaboración internacional supere en número de artículos producidos a la departamental. La mayor envergadura de los proyectos, la búsqueda de competitividad en el sector, así como la creciente tendencia asociativa entre autores ponen de manifiesto una proyección futura de las Ciencias Ambientales con muy buenas perspectivas.
5. La necesidad de potenciar los programas e iniciativas que promueven la colaboración entre universidades castellanoleonesas, máxime en el período actual en que se tiende a planes de concentración de la investigación y a la unificación de esfuerzos.
6. No se han detectado nexos de comunicación científica con el sector privado, aspecto que hace pensar en la necesidad de estudio de las causas que motivan tal circunstancia en un área social y económicamente tan activa como el medio ambiente.

Como líneas de investigación abiertas sobre la que ahondar en un futuro están el estudio de los departamentos más productivos de cada universidad, el grado de cocitación y un análisis de las relaciones sociales por las que los autores se asocian, comunican y generan conocimiento en Ciencias Ambientales.

6.3. VISIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

El total de artículos analizados se ha publicado en 95 revistas, la mitad de la producción se concentra en quince de ellas. La visibilidad del núcleo central de revistas es muy elevada estando once de ellas situadas en el primer y segundo cuartil en JCR en sus respectivas categorías. Hay que destacar tres revistas que según factor de impacto se sitúan como las más destacadas en alguna de sus áreas: *Water Research*, *Journal of Hazardous Materials* y *Applied Catalysis B-Environmental*.

En consecuencia se infiere que:

7. El hecho de publicar en revistas con índices de calidad elevados hace pensar que la investigación en Ciencias Ambientales goza de una presencia e influencia destacada en la comunidad científica.

7. FUENTES

1. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y la Acreditación (ANECA) [<http://www.aneca.es/>]
2. Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP) [<http://www.micinn.es/>]
3. Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora (CNEAI) [<http://www.educacion.es/horizontales/ministerio/organismos/cneai.html>]
4. Google Scholar [<http://scholar.google.es/>]
5. ISI Web of Science [<http://www.accesowok.fecyt.es/wos>]
6. Journal Citation Reports [<http://www.accesowok.fecyt.es/jcr>]
7. Junta de Castilla y León [<http://www.jcyl.es>].
8. Scirus [<http://www.scirus.com/>]
9. Universidad de Burgos [<http://www.ubu.es/ubu/cm>]
10. Universidad de León [<http://www.unileon.es/>]
11. Universidad de Salamanca [<http://www.usal.es>]
12. Universidad de Valladolid [<http://www.uva.es/>]

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ANEP (1996). *Áreas temáticas*. Madrid: Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva [en línea] <http://www.micinn.es/stfls/MICINN/Investigacion/FICHEROS/Cvn_Anep/Descrip_ANEP.pdf> [Consulta: 12/03/10].
2. Batagelj, V. y Mrvar, A. (1997). *Pajek – Program for Large Network Analysis*. [en línea] <<http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/>> [Consulta: 13-05-10].
3. Bellavista, J.; Guardiola, E.; Méndez, A. y Bordons, M. (1997). *Evaluación de la investigación*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas. Cuadernos Metodológicos del CIS, 23.
4. Buela-Casal, G.; Bermúdez, M.P.; Sierra, J.C.; Quevedo-Blasco, R. y Castro, A. (2009). *Ranking de 2008 en productividad e investigación de las universidades públicas españolas*. *Psicothema*, 21, (2). p. 309-317.
5. Buela-Casal, G.; Bermúdez, M.P.; Sierra, J.C.; Quevedo-Blasco, R. y Castro, A. (2010). *Ranking de 2009 en investigación de las universidades públicas españolas*. *Psicothema*, 22, (2). p. 171-179.
6. Grupp, H. y Hinze, S. (1994). *International orientation, efficiency of and regard for research in East and West Germany: a bibliometric investigation of aspects of technology genesis in the United Germany*. *Scientometrics*, 29, (1), p. 83-113.
7. Iribarren-Maestro, I. (2006). *Producción científica y visibilidad de los investigadores de la Universidad Carlos III en las bases de datos del ISI 1997-2003*. Madrid: Universidad Carlos III.
8. 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*, 28 (2), p. 170-195.
9. Maltrás-Barba, B. (2003). *Los indicadores bibliométricos: fundamentos y aplicación al análisis de la ciencia*. Gijón: Trea.
10. Martínez de Sousa, J. (1989). *Diccionario de Bibliología y ciencias afines*. Madrid: Fundación Germán Sánchez Ruipérez.
11. Olmeda-Gómez, C.; Ovalle-Perandones, M.A.; Perianes-Rodríguez, A. y Moya-Anegón, F. (2008). *Impacto internacional de la investigación y la colaboración científica de las Universidades de Cataluña. 2000-2004*. *Revista Española de Documentación Científica*, 31, (4), p. 591-611.

12. Olmeda-Gómez, C.; Perianes-Rodríguez, A.; Ovalle-Perandones, M.A. y Gallardo-Martín, A. (2006). *La investigación en colaboración de las universidades españolas (2000-2004)* Madrid: Dirección General de Universidades.
13. Price, D.J. de Solla (1973). *Hacia una ciencia de la ciencia*. Barcelona: Ariel [trad. de J.M. Piñero de la edición original: *Little Science, Big Science*. Nueva York: Columbia University Press, 1963].
14. Pulgarín, A.; González-Calatrava, I.; Escalona-Fernández, I. y Pérez-Pulido, M. (2003). *Estudio bibliométrico de la producción científica y tecnológica de la Universidad de Extremadura: análisis de la difusión alcanzada en bases de datos internacionales. Período 1991-2000*. Cáceres: Universidad de Extremadura.
15. Sotolongo, G.; Guzmán, M.V.; García, I. y Sanz, I. (1998). *Retos de la bibliometría: la vigilancia y evaluación de la actividad científico-tecnológica*. Reencuentros, 21 (abril). p. 39-44.
16. Reyes-Romero, L. (2008). *La producción bibliográfica chilena de impacto mundial y regional: un análisis de las revistas nacionales en Web of Science*. Serie Bibliotecología y Gestión de Información, 40 (septiembre). p. 1-53.
17. Sanz-Casado, E. y Conforti, N. (2005). *Análisis de la actividad científica de la facultad de humanidades de la Universidad de Mar del Plata, durante el período 1998-2001*. Revista Española de Documentación Científica, 28, (2). p. 196-205.
18. Sanz-Casado, E. (2000). *Proyecto de Bibliometría*. Getafe: Universidad Carlos III de Madrid.
19. Suñén, E.; Mendez-Vasquez, R. y Cami, J. (2006). *Estudi bibliomètric de la producció científica a Catalunya, distribució per àrees temàtiques, centres i sectors institucionals (Catalunya 1996-2004)*. Barcelona: Agència d'avaluació de Tecnologia i Recerca Mèdica. [en línea] <<http://bibliometria.prbb.org/NCRCAT04>> [Consulta 02/05/2010].

9. APÉNDICES

Apéndice 1. Revistas en las que han publicado las universidades de Castilla y León

Revistas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Water Research	30	8,7	8,7
Applied Catalysis A General	16	4,7	13,4
Chemosphere	14	4,1	17,5
Journal of Environmental Science and Health Part A	13	3,8	21,3
Journal of Hazardous Materials	13	3,8	25,1
Applied Catalysis B Environmental	12	3,5	28,6
Science of the Total Environment	11	3,2	31,8
Journal of Environmental Radioactivity	10	2,9	34,7
International Journal of Biometeorology	9	2,6	37,3
Waste Management	9	2,6	39,9
Biological Conservation	8	2,3	42,3
Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology	8	2,3	44,6
Ecological Engineering	8	2,3	46,9
Atmospheric Environment	7	2,0	49,0
Environmental Toxicology and Chemistry	7	2,0	51,0
Water Science and Technology	7	2,0	53,1
Environmental Science and Technology	6	1,7	54,8
Remote Sensing of Environment	6	1,7	56,6
Environmental Technology	5	1,5	58,0
Journal of Environmental Monitoring	5	1,5	59,5
Annals of Agricultural and Environmental Medicine	4	1,2	60,6
Archives of Environmental Contamination and Toxicology	4	1,2	61,8
Arid Soil Research and Rehabilitation	4	1,2	63,0

Biodiversity and Conservation	4	1,2	64,1
Environmental and Resources Economics	4	1,2	65,3
Environmental Engineering Science	4	1,2	66,5
Health Physics	4	1,2	67,6
Radiation Protection Dosimetry	4	1,2	68,8
Water Air and Soil Pollution	4	1,2	70,0
Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems	3	,9	70,8
Atmospheric Environmental Part A General Topics	3	,9	71,7
Building and Environment	3	,9	72,6
Climate Research	3	,9	73,5
Environmental Geology	3	,9	74,3
International Journal of Environmental Analytical Chemistry	3	,9	75,2
Journal of Arid Environments	3	,9	76,1
Journal of Atmospheric Chemistry	3	,9	77,0
Journal of the Air and Waste Management Association	3	,9	77,8
Toxicological and Environmental Chemistry	3	,9	78,7
Aereobiologia	2	,6	79,3
Arid Land Research and Management	2	,6	79,9
Ecotoxicology and Environmental Safety	2	,6	80,5
Energy Policy	2	,6	81,0
Environmental Management	2	,6	81,6
Environmental Modeling and Assessment	2	,6	82,2
Environmental Pollution	2	,6	82,8
Environmental Science and Pollution Research	2	,6	83,4
Environmental Toxicology and Pharmacology	2	,6	84,0
Geomicrobiology Journal	2	,6	84,5
International Journal of Environment and Pollution	2	,6	85,1

Journal of Aerosol Science	2	,6	85,7
Journal of Environmental Quality	2	,6	86,3
Journal of Environmental Science and Health Part B	2	,6	86,9
Landscape and Urban Planning	2	,6	87,5
TheScientificWorldJournal	2	,6	88,0
Tourism Management	2	,6	88,6
Agricultural of Environmental Contamination and Toxicology	1	,3	88,9
Agriculture Ecosystems and Environment	1	,3	89,2
Annals of Agricultural and Environmental Science	1	,3	89,5
Annals of Regional Science	1	,3	89,8
Biogeochemistry	1	,3	90,1
Clean Technologies and Environmental Policy	1	,3	90,4
Conservation Biology	1	,3	90,7
Ecological Applications	1	,3	91,0
Ecological Economics	1	,3	91,3
Energy Journal	1	,3	91,5
Environmental and Experimental Biology	1	,3	91,8
Environmental and Molecular Mutagenesis	1	,3	92,1
Environmental Ethics	1	,3	92,4
Environmental Geochemistry and Health	1	,3	92,7
Environmental Modelling and Software	1	,3	93,0
Environmental Progress	1	,3	93,3
Environmental Research	1	,3	93,6
Environmetrics	1	,3	93,9
European Urban and Regional Studies	1	,3	94,2
International Biodeterioration and Biodegradation	1	,3	94,5
International Biodeterioration and Degradation	1	,3	94,8

International Journal of Environmental Health Research	1	,3	95,0
International Journal of Hydrogen Energy	1	,3	95,3
Journal of Cleaner Production	1	,3	95,6
Journal of Coastal Research	1	,3	95,9
Journal of Environmental Biology	1	,3	96,2
Journal of Environmental Planning and Management	1	,3	96,5
Journal of Geophysical Research: Biogeosciences	1	,3	96,8
Journal of Water and Health	1	,3	97,1
Land Use Policy	1	,3	97,4
Marine Environmental Research	1	,3	97,7
Marine Pollution Bulletin	1	,3	98,0
Ozone Science and Engineering	1	,3	98,3
Progress in Planning	1	,3	98,5
Regional Studies	1	,3	98,8
Resources Conservation and Recycling	1	,3	99,1
Waste Management and Research	1	,3	99,4
Water Environment Research	1	,3	99,7
Water Resources Research	1	,3	100,0
Total	343	100,0	

Apéndice 2. Áreas de las revistas incluidas en JCR en *Environmental Sciences*

Categorías Temáticas	Frecuencia
ENGINEERING, ENVIRONMENTAL	23
WATER RESOURCES	19
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	18
TOXICOLOGY	17
METEOROLOGY AND ATMOSPHERIC SCIENCES	12
ECOLOGY	12
GEOSCIENCES, MULTIDISCIPLINARY	10
MARINE & FRESHWATER BIOLOGY	9
GEOGRAPHY, PHYSICAL	6
LIMNOLOGY	5
ENGINEERING CIVIL	4
BIODIVERSITY CONSERVATION	4
CHEMISTRY ANALYTICAL	4
MATHEMATICS. INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	3
STATISTICS AND PROBABILITY	3
COMPUTER SCIENCES, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS	3
SOIL SCIENCE	3
RADIOLOGY, NUCLEAR MEDICINE AND MEDICAL IMAGING	3
NUCLEAR SCIENCE AND TECHNOLOGY	3
ENGINEERING CHEMICAL	2
ENGINEERING, MECHANICAL	2
AGRICULTURE, MULTIDISCIPLINARY	2
CHEMISTRY, PSYSICAL	2
CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINAR	2
REMOTE SENSING	2
ENERGY AND FUELS:	2
BIOLOGY	2
BIOPHYSICS	2
PHSYOLOGY	2
BIOCHEMISTRY AND MOLECULAR BIOLOGY	1
PLANT SCIENCES	1
GENETIC AND HEREDITY	1
MECHANICS	1
HISTORY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE	1
PHYSICS, ATOMIC, MOLECULAR AND CHEMICAL	1
OCEANOGRAPHY	1
PHARMACOLOGY AND PHARMACY	1
CHEMISTRY, INORGANIC AND NUCLEAR	1
ONCOLOGY	1
MICROBIOLOGY	1
IMAGING SCIENCE AND PHOTOGRAPHIC TECHNOLOGY	1
MATHEMATIC AND COMPUTATIONAL BIOLOGY	1

Apéndice 3. Colaboración por CCAA

CCAA	USAL	ULE	UVA	UBU	Totales
USAL	14				14
ULE	1	12			13
UVA	2	3	10		15
UBU	0	1	2	1	4
Andalucía	12	7	13	0	32
Aragón	1	3	3	0	7
Baleares	0	0	1	0	1
Canarias	0	0	3	3	6
Cantabria	1	0	3	0	4
Castilla-la-Mancha	0	1	1	0	2
Castilla y León	16	4	22	0	42
Cataluña	0	4	6	0	10
Comunidad de Madrid	12	5	15	1	33
Comunidad Valenciana	0	1	4	0	5
Extremadura	12	0	0	0	12
Galicia	3	6	2	1	12
La Rioja	1	0	0	0	1
Región de Murcia	0	1	3	0	4
Comunidad Foral de Navarra	9	0	2	1	12
País Vasco	2	2	4	1	9
Principado de Asturias	1	3	1	1	6

Apéndice 4. Colaboración por países

Países	USAL	ULE	UVA	UBU	Totales
Alemania	3	1	1	0	5
Australia	1	2	0	2	5
Bélgica	1	0	0	0	1
Brasil	3	0	0	0	3
Canadá	0	3	4	0	7
Chile	1	0	2	0	3
Cuba	0	2	1	0	3
Dinamarca	0	0	1	0	1
Egipto	0	4	0	0	4
Estados Unidos	11	5	6	1	23
Finlandia	1	0	0	0	1
Francia	3	2	2	0	7
Israel	0	1	0	0	1
Holanda	2	0	2	0	4
Irlanda	0	0	1	0	1
Italia	16	2	0	0	18
México	0	0	8	2	10
Nicaragua	1	0	0	0	1
Nueva Zelanda	0	1	1	0	2
Noruega	1	0	0	0	1
Polonia	1	0	0	0	1
Portugal	3	4	4	0	11
Reino Unido	3	5	4	0	12
Rumanía	1	0	0	0	1
Singapur	0	0	3	0	3
Suecia	1	1	2	0	4
Suiza	0	0	1	0	1
Venezuela	3	0	0	0	3
Totales	56	33	43	5	

Apéndice 5. Colaboración por zonas geográficas

Zonas geográficas	USAL	ULE	UVA	UBU
África	0	4	0	0
Asia	0	1	3	0
Europa	36	15	18	0
Latinoamérica	8	2	11	2
Norteamérica	11	8	10	1
Oceanía	1	3	1	2
Totales	56	33	43	5