

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALENCIA
“San Vicente Mártir”

**ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA DE
AVELINO CORMA A TRAVÉS DE INDICADORES
BIBLIOMÉTRICOS**

Máster Universitario para la Formación en la Investigación Universitaria

Presentado por:

DÑA. CARMELA DE ANDRÉS ALEIXANDRE

Dirigido por:

Director: Dr. D. JUAN CARLOS VALDERRAMA ZURIÁN

Co-Director: Dr. D. RAFAEL ALEIXANDRE BENAVENT

(Profesor del Máster Universitario para la Formación en la Investigación Universitaria)

Valencia, a 14 de mayo de 2014

D. JUAN CARLOS VALDERRAMA ZURIÁN Y D. RAFAEL ALEIXANDRE BENAVENT

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado: ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA DE AVELINO CORMA A TRAVÉS DE INDICADORES BIBLIOMÉTRICOS, ha sido realizado bajo nuestra dirección por la alumna D^a CARMELA DE ANDRÉS ALEIXANDRE

Valencia, 14 de mayo de 2014

Firmado:

D. JUAN CARLOS VALDERRAMA ZURIÁN

D. RAFAEL ALEIXANDRE BENAVENT

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a las siguientes personas todo el asesoramiento, apoyo, esfuerzo que me han ofrecido a lo largo de este tiempo:

- A Asunción Gandía Balaguer por su asesoramiento y orientación.
- A mis Directores, Juan Carlos Valderrama Zurián y Rafael Aleixandre Benavent, por la paciencia y dedicación a lo largo de la realización de este trabajo y por darme la oportunidad de realizar este Trabajo Final de Máster con ellos.
- A mis compañeras de la Unidad de Información e Investigación Social y Sanitaria (UISYS): Carolina Navarro Molina, Adriana Vescan, M^a Carmen Hernández Martínez y especialmente a Lourdes Castelló Cogollos, por los ánimos, apoyo y dedicación.
- A Jesús Bueno Costa por todo el apoyo informático que me ha brindado.

Sin la ayuda y colaboración de todas estas personas, la realización de este trabajo no hubiera sido posible.

ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN	Pág. 7
1.1 Avelino Corma	Pág. 7
1.2 La Bibliometría	Pág. 9
2. OBJETIVOS	Pág. 14
3. MATERIAL Y MÉTODOS	Pág. 15
3.1 Selección de la base de datos	Pág. 15
3.2 Estrategia de búsqueda para la recuperación de documentos	Pág. 18
3.3 Elaboración de una base de datos relacional	Pág. 19
3.4 Normalización de los datos	Pág. 20
3.5 Indicadores bibliométricos	Pág. 22
3.5.1 Indicadores de productividad científica	Pág. 22
3.5.2 Indicadores de impacto o visibilidad	Pág. 22
3.5.3 Indicadores de colaboración y redes	Pág. 23
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	Pág. 24
4.1 Resultados de productividad científica	Pág. 24
4.2 Resultados de impacto o visibilidad	Pág. 32
4.3 Resultados de colaboración y redes	Pág. 49
5. CONCLUSIONES	Pág. 69
6. BIBLIOGRAFÍA	Pág. 73
7. ANEXOS	Pág. 77

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1 Número de documentos por tipo de trabajo y año de publicación.....	Pág. 24
Tabla 2 Número de trabajos por tipología documental distribuidos por quinquenios.....	Pág. 27
Tabla 3 Número de citas por año.....	Pág. 32
Tabla 4 Distribución del número de citas por quinquenio.....	Pág. 33
Tabla 5 Distribución del número de trabajos por rango de citas.....	Pág. 34
Tabla 6 <i>Hot papers</i>	Pág. 36
Tabla 7 Distribución de las revistas según el número de trabajos (más de 10 trabajos) y de citas por quinquenio y global.....	Pág. 40
Tabla 8 Número de trabajos en revistas del primer cuartil por quinquenio.....	Pág. 43
Tabla 9 Número de trabajos publicados en revistas top-3.....	Pág. 46
Tabla 10 Distribución de las citas de las instituciones que han recibido más de 200 citas, y distribución por quinquenios.....	Pág. 47
Tabla 11 Índice de firmas por trabajo y por quinquenio (IFT por quinquenio).....	Pág. 49
Tabla 12 Distribución del número de colaboradores por quinquenio.....	Pág. 50
Tabla 13 Número de autores firmantes de los trabajos por quinquenio.....	Pág. 51
Tabla 14 Distribución de la posición u orden de aparición de la firma en los trabajos de Avelino Corma	Pág. 53
Tabla 15 Principales colaboradores de Avelino Corma con más de 20 trabajos firmados en coautoría, período de colaboración, n° de colaboraciones e institución.....	Pág. 54
Tabla 16 Distribución de las firmas institucionales (más de 7 trabajos).....	Pág. 61

ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 1 Distribución porcentual de los trabajos por tipología documental	Pág. 25
Figura 2 Evolución por quinquenios del número de trabajos por tipo de documento.....	Pág. 28
Figura 3 Idioma de publicación de los trabajos.....	Pág. 30
Figura 4 Distribución porcentual de las áreas de publicación de los trabajos según la clasificación temática de las revistas.....	Pág. 31
Figura 5 Evolución del número de citas por quinquenio	Pág. 34
Figura 6 Evolución por quinquenio del IFT.....	Pág. 49
Figura 7 Red de colaboración de autores en el período 1978-1987.....	Pág. 56
Figura 8 Red de colaboración de autores en el período 1988-1997.....	Pág. 57
Figura 9 Red de colaboración de autores en el período 1988-1997 (umbral igual o mayor a 2 colaboraciones en común).....	Pág. 58
Figura 10 Red de colaboración de autores en el período 1998-2013	Pág. 59
Figura 11 Red de colaboración de autores en el período 1988-2013 (umbral igual o mayor a 5 colaboraciones en común).....	Pág. 60
Figura 12 Red de colaboración de instituciones en el período 1978-1987	Pág. 63
Figura 13 Red de colaboración de instituciones en el período 1988-1997	Pág. 64
Figura 14 Red de colaboración de instituciones en el período 1998-2013	Pág. 65
Figura 15 Red de colaboración de países en los períodos 1978-1987 y 1988-1997..	Pág. 67
Figura 16 Red de colaboración entre países en el período 1998-2013	Pág. 68

Resumen:

Avelino Corma es profesor investigador del Instituto de Tecnología Química (ITQ), centro de investigación mixto creado en 1990 por la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), fundado por él mismo junto con Eduardo Primo Yúfera.

Este estudio analiza la productividad, el impacto y los patrones de colaboración científica de Avelino Corma a lo largo de 36 años de carrera investigadora en el área de la Química: desde 1978, año en que publica su primera publicación científica, hasta el 2013.

Mediante la base de datos *Web of Science Core Collection* se recuperaron las publicaciones originales sobre las que se ha realizado el trabajo. Los tipos de documentos sobre los que se ha realizado el análisis de la productividad han sido: *articles, reviews, notes, editorial material y letters*. Posteriormente, se emplearon una serie de indicadores bibliométricos de productividad, impacto y colaboración de sus publicaciones para caracterizar dicha actividad investigadora. Al mismo tiempo se han obtenido las redes de colaboración de autores, instituciones y países.

El número de publicaciones analizadas en este trabajo asciende a 1.014. La mayor parte de estos trabajos corresponden a artículos (93,86%), siendo el inglés el idioma más empleado en sus publicaciones científicas. Su empeño en dar a conocer sus investigaciones y su difusión le han llevado a publicar sus trabajos en 133 revistas diferentes, la mayor parte de ellas revistas internacionales del ámbito de la Química.

El número de citas que han recibido sus trabajos a lo largo del período de estudio asciende a 53.285, registrándose el año 1997 como el de mayor cota de citación e incluyéndose en este año el artículo de mayor citación (*hot paper*) con 3.292 citas recibidas. El índice h calculado por la *Web of Science* es de 107.

A lo largo de su trayectoria investigadora ha establecido una extensa red de colaboraciones con autores, instituciones y países. Colaborando con más de 1.000 autores diferentes, con 230 instituciones y estableciendo redes de colaboración con instituciones y autores de 30 países diferentes.

La trayectoria académica e investigadora de Avelino Corma analizada en este trabajo, pone de manifiesto su gran impacto internacional en el área de la Química. Sus publicaciones sobre investigación científica y tecnológica así como su sentido práctico de la investigación al servicio de las empresas y el desarrollo de nuevos procesos industriales aplicados a la industria, le sitúan como uno de los químicos más prestigiosos del mundo.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Avelino Corma

Avelino Corma¹ es investigador del área Química especializado en el sector de la Petroquímica. Nació en 1951 en Moncófar (Castellón). Estudió la Licenciatura de Ciencias Químicas en la Universidad de Valencia. Realizó su Doctorado en la Universidad Complutense de Madrid, en el Instituto de Catálisis y Petroquímica (CSIC), y posteriormente se le concedió una estancia postdoctoral de dos años en la Queen's University (Canadá).

En 1990, fundó junto con Jaime Primo Yúfera el Instituto de Tecnología Química (ITQ). El ITQ es un centro de investigación mixto creado por la Universidad de Politécnica de Valencia (UPV) y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Desde entonces ha desarrollado la mayor parte de su trayectoria investigadora en este centro.

En la actualidad, el ITQ² es un centro de referencia en todo el mundo en el campo de la catálisis química y los nuevos materiales. El ITQ ha transferido numerosos conocimientos a la industria, desarrollando avances tecnológicos de impacto internacional en el campo del refino del petróleo, la eliminación de contaminantes del gas natural y la mejora de procesos para la obtención de productos químicos. Actualmente, su plantilla cuenta con más de 200 profesionales y sus ingresos anuales están en torno a los seis millones de euros.

Además, desde sus inicios, el ITQ ha orientado su labor científica a múltiples dimensiones de la ciencia, caracterizándose por ser un centro investigador que pretende la transferencia tecnológica de nuevos conocimientos, en el ámbito principalmente industrial, a las empresas y la formación de nuevos investigadores en torno a las dos principales líneas de investigación en las que trabaja: “Catalizadores, procesos catalíticos y reactores químicos” y “Productos y procesos de química fina” (Castro Martínez y Fernández de Lucio, 2007).

Toda esta labor ha sido reconocida por la excelencia de sus resultados científicos y tecnológicos, por el impacto de sus contribuciones en la práctica industrial y por su colaboración en proyectos de investigación multinacionales de prestigio mundial.

La figura del profesor Avelino Corma está reconocida internacionalmente, es uno de los químicos más importantes de España y con mayor proyección internacional (Bayo, 2011).

¹ Consultado el 14/02/2014 en la web personal de Avelino Corma. Disponible en: www.avelinocorma.com

² Consultado el 2/03/2014 en la web del Instituto de Tecnología Química. Disponible en: www.itq.com

Ha desarrollado su carrera investigadora en el área de la química, especializándose en diferentes campos: la química física, la química multidisciplinar, la ingeniería química, la ciencia de los materiales y la química aplicada.

Ha dedicado la mayor parte de su labor científica al diseño de catalizadores para el refino de petróleo y a la síntesis de materiales con aplicaciones industriales y sus mecanismos de formación. Entre estos materiales destacan las zeolitas, que son compuestos minerales porosos de estructura cristalina. Esta estructura les permite ser empleadas como tamices moleculares convirtiéndolas en catalizadores de múltiples procesos químicos industriales (Gómez Martín, 2001).

La importancia de su labor científica en el desarrollo de catalizadores radica en que éstos intervienen en cerca del 90 % de los procesos químicos³. Son los responsables de la obtención de los polímeros que se utilizan en las fibras sintéticas, la síntesis de propileno, y los prolipilenos (como los films transparentes para envolver alimentos), la producción de combustibles líquidos y en procesos como la eliminación de contaminantes en los gases que emiten los automóviles (Bhaduri y Mukesh, 2000).

La contribución científica de Avelino Corma⁴ no solo se delimita al ámbito de la petroquímica y de la Ciencia de los materiales, sino que su labor científica abarca otros campos de la química como la transformación de la biomasa en energía, la investigación de células fotovoltaicas, el almacenamiento de hidrógeno y la formación de pilas de combustible. En el campo de la salud, ha realizado avances para minimizar la fotosensibilización por fármacos y reparar el daño fotoquímico del ADN en el desarrollo de nuevos procedimientos en la lucha contra el cáncer.

Entre las últimas líneas de trabajo en las que trabaja actualmente se encuentra la de alcanzar nuevos procesos químicos más limpios y eficientes, para contribuir a un mundo más sostenible (The Royal Society of Chemistry, 2013).

El profesor Avelino Corma⁵ ha publicado más de 1.000 publicaciones en revistas internacionales, ha escrito tres libros y numerosas revisiones, y es autor de más de 100 patentes de invención, una docena de las cuales han sido aplicadas industrialmente en procesos comerciales. Su trayectoria profesional ha sido galardonada en numerosas ocasiones. Es Doctor Honoris Causa por diversas universidades tanto nacionales como internacionales. Es miembro del Comité de Edición de numerosas revistas científicas internacionales en el campo de la catálisis química. Es miembro de diversas instituciones de prestigio en el área de la química. Su trayectoria investigadora y su aportación al mundo de la química ha sido reconocida con numerosos premios y medallas.

³ Consultado el 22/03/2014 en la web de la Agencia SINC (Servicio de Información y Noticias Científicas). Disponible en: <http://www.agenciasinc.es/Entrevistas/Si-vivimos-mas-y-mejor-en-gran-parte-es-por-los-avances-quimicos>

⁴ Consultado el 14/02/2014 en la web personal de Avelino Corma. Disponible en: www.avelinocorma.com

⁵ Consultado en la web de la *European Academy of Humanities, Letters and Sciences*. Disponible en: http://www.ae-info.org/ae/User/Corma_Avelino/CV

Por todo ello, resulta de interés realizar un estudio sobre las publicaciones científicas de Avelino Corma, para cuantificar su productividad e impacto científico mediante el empleo de técnicas bibliométricas.

1.2. La Bibliometría

En las últimas décadas el crecimiento científico, técnico y económico ha supuesto un aumento de las personas que investigan en las diferentes disciplinas y en consecuencia un aumento de las publicaciones científicas. Estas circunstancias han favorecido el desarrollo de la bibliometría como ciencia para cuantificar y evaluar la calidad científica de las publicaciones en las distintas áreas del conocimiento (FECYT, 2007).

Para este cometido, la aplicación de métodos bibliométricos basados en análisis cuantitativos y estadísticos a la información bibliográfica recogida en las publicaciones científicas, facilita la caracterización de forma precisa, la producción, el grado de colaboración y el impacto del conocimiento científico (Maltrás, 2003).

De esta forma, las publicaciones científicas cobran un papel relevante en la investigación, ya que facilitan la difusión del conocimiento y su progreso, constituyen el punto de partida de cualquier investigación y son la vía más empleada para dar a conocer los resultados de una investigación ya concluida (Bordons, 2004).

Así, la bibliometría se define como “el conjunto de estudios que tratan de cuantificar el proceso de comunicación escrita, y la naturaleza y evolución de las disciplinas científicas (como se refleja en la literatura) mediante el recuento y el análisis de diversas características de dicha comunicación” (Pritchard, 1969).

Uno de los factores que explican la importancia cobrada por los estudios bibliométricos, es que los organismos responsables de la gestión y financiación de las actividades científicas recurren a ellos de forma habitual como instrumento para evaluar los resultados de dichas actividades y para orientar las inversiones y otras decisiones sobre investigación, desarrollo e innovación (I + D + i) (Bellavista et al., 1997).

Para llevar a cabo este análisis cuantitativo de la literatura científica, la bibliometría emplea los indicadores bibliométricos “que permiten cuantificar la actividad científica, pues determina los trabajos que ha publicado un investigador, grupo o institución, así como las relaciones de colaboración que establecen entre sí” (Aleixandre et al., 2011: 302).

Estos estudios que analizan la actividad científica, pueden realizarse sobre grupos de investigación, instituciones y personas. Entre estos últimos, destacan los trabajos bibliométricos realizados sobre el médico Santiago Grisolia, el químico Primo Yúfera y el historiador del arte Felipe María Garín y Ortiz de Taranco (López Piñero et al., 2008; Aleixandre et al., 2011 y Ayala et al., 2013).

Cuando estos análisis bibliométricos se realizan sobre un autor determinado, como es el caso, permiten identificar y caracterizar la relevancia dentro de la actividad científica que ha tenido ese autor en su disciplina (Ayala et al., 2012).

Los indicadores bibliométricos que se emplean en este tipo de estudios se clasifican en tres grandes grupos: a) indicadores de productividad científica, b) indicadores de impacto o visibilidad y, c) indicadores de colaboración y redes.

a) Indicadores de productividad científica

Son indicadores cuantitativos cuyo objetivo es el recuento del número de publicaciones y su distribución según diversas variables (Bordons y Zulueta, 1999).

Dentro de este grupo de indicadores destacan:

- Número de documentos: recuento absoluto del número de documentos que puede hacer referencia a la productividad de un país, de una institución, un grupo de investigación, un autor o una disciplina, en un periodo determinado. Este recuento puede hacerse por tipología documental, por idioma de publicación, por año de publicación, etc.
- Coeficiente de productividad del autor: es la edad en la que el autor alcanzó el 50% de su productividad y el total de años de vida productiva. Este último parámetro se contabiliza desde el año en que se publicó el primer trabajo hasta la publicación del último.
- Evolución temporal de la producción científica: permite observar si el número total de documentos estudiados se incrementan, mantienen o disminuyen en un período de tiempo determinado.
- Análisis de los ámbitos temáticos de investigación: para cada revista se detallan cuatro campos diferentes: título de la revista, país de edición, categoría temática y número de trabajos publicados en cada revista.

b) Indicadores de impacto o visibilidad

Estos indicadores miden la repercusión que los documentos objeto de estudio han tenido en otros estudios realizados con posterioridad y se basan en el recuento de las citas que han recibido esos documentos en las revistas incluidas en bases de datos que recogen las referencias de los trabajos

incluidos, como el *Science Citation Index*, *Social Citation Index* y Scopus, entre otras. (Ayala-Gascón, 2013).

Entre ellos se encuentran:

- Indicadores basados en el factor de impacto: reflejan el prestigio y la difusión de las revistas donde han sido publicados los trabajos, entre ellos destacan:

- El Factor de impacto (FI): Es un indicador publicado anualmente por el *Journal Citation Reports*. Mide la repercusión que ha tenido una revista en la literatura científica mediante el recuento de las citas que ha recibido. El factor de impacto de una revista es el número medio de veces que son citados en el año actual las publicaciones de esa revista en los dos últimos años. Es decir, la relación existente entre las citas que en un año han recibido los trabajos publicados durante los dos años anteriores y el total de documentos publicados en ella durante esos dos años (Aleixandre et al., 2007).

Aunque realmente lo que mide es la frecuencia media de citación de cada revista en los dos años anteriores, hoy en día, se le considera un índice indirecto de calidad de las publicaciones (Aleixandre et al., 2004).

Es importante señalar que el factor de impacto tiene una serie de limitaciones que hay que tener en cuenta, ya que en su cálculo intervienen otros factores como: el campo de la ciencia a la que pertenece la revista, el número medio de autores por artículo o el número y tipo de artículos que publica la revista.

Respecto al área del conocimiento a la que se dedica la revista, hay notables diferencias entre unas disciplinas u otras, ya que siguen pautas de citación distintas; por poner un ejemplo, las revistas Biomédicas tienen mayores factores de impacto que aquellas dedicadas a las Ciencias Sociales o la Ingeniería. Por otra parte, el número medio de autores que participan en una publicación influye en el cálculo del factor de impacto, por la tendencia existente de los autores a citarse a sí mismos. Por último, el número y tipo de artículos es un aspecto también a tener en cuenta, pues las revistas que publican un menor número de artículos por año tendrán impactos menores en relación con aquellas revistas que publiquen un número elevado de publicaciones; y las revistas dedicadas a la publicación de artículos originales, presentarán índices de impacto menores, que las que publican artículos de revisión, ya que éstas últimas tienen una vida media larga, lo que hace que acumulen un mayor número de citas, aspecto que afecta de forma directa al cálculo del factor de impacto (Porrás-Chavarino, 2004).

- Número y porcentaje de trabajos publicados en revistas del primer cuartil: es un indicador de posición basado en el factor de impacto. Las revistas del primer cuartil de un área del JCR son el 25% de las revistas que ocupan el 25% de las primeras posiciones en el ranking por factor de impacto de esa área.

- Número y porcentaje de publicaciones en revistas Top-3: es un indicador de posición, aunque más sólido que el anterior. Considera las revistas Top-3 aquellas que ocupan las tres primeras posiciones en el ranking del factor de impacto de las diferentes categorías a las que puede pertenecer una revista.
- Índice h (índice de Hirsch): establece el número de trabajos que tiene un determinado autor con ese mismo número de citas. En otras palabras, este índice es una medida de posición que tiende a valorar el esfuerzo científico prolongado a lo largo de toda la carrera investigadora de un autor, frente aquellos que puedan tener elevadas cotas de citas en artículos puntuales, ya que este índice valora el número de citas que tiene un artículo cuando este es igual al número de orden que ocupa un artículo en una distribución descendente de citas (Grupo Scimago, 2006).

▪ Indicadores basados en las citas:

- Número total de citas: es el número total de citas de todos los documentos analizados.
- Promedio de citas: se calcula dividiendo el número de citas por el número de documentos citables
- Artículos más citados (*hot papers*): corresponde a aquellos trabajos que han recibido el mayor número de citas.

c) Indicadores de colaboración y redes

Las relaciones de colaboración entre autores, instituciones y países pueden representarse mediante grafos y cuantificar los miembros que componen una red, y la relación existente entre sus miembros, así como los más relevantes dentro de la red (González-Alcaide et al., 2008).

El Análisis de Redes Sociales (ARS) estudia las relaciones existentes entre una serie de elementos (personas, grupos, organizaciones, países, etc.) (Molina, 2001).

La versatilidad del Análisis de Redes Sociales ha favorecido su utilización en diferentes disciplinas y para un sin fin de propósitos: para analizar la estructura, funcionamiento o interacciones entre organizaciones; para identificar y caracterizar redes de comunicación; determinar los mecanismos de generación y transmisión del conocimiento; estudios relacionados con el capital social; para el análisis de interacciones económicas; estudiar movimientos sociales y un largo listado de proyectos. También se ha utilizado para el estudio de diferentes aspectos relacionados con el proceso de comunicación y difusión del conocimiento científico, ya que este tipo de análisis, aplicado a elementos de la literatura científica, permite observar y caracterizar la estructura social, el grado de interrelación e influencia de los agentes y grupos que conforman la comunidad científica (González-Alcaide, 2006).

Dentro de estos indicadores destacan los siguientes:

- Índice de colaboración o coautoría: se calcula dividiendo el total de las firmas por el total de artículos. Mide el grado o nivel de colaboración en la investigación, indicando el número de firmas, que en promedio, han intervenido en el total de trabajos (Bordons y Gómez, 2000).
- Coeficiente de colaboración: representa el número de trabajos realizados en colaboración dividido por el número total de trabajos.
- Índice de firmas por trabajo: es la tasa resultante de dividir el número total de firmas en los trabajos en los que ha participado el autor entre el número total de trabajos publicados.
- Índice de autores por trabajo: tasa resultante de dividir el número total de autores diferentes de los trabajos en los que ha participado un autor entre el número total de trabajos publicados.
- Número total de firmas en los trabajos.
- Número total de autores diferentes con los que ha colaborado
- Orden de la firma del autor en los trabajos realizados en colaboración
- Número de trabajos como único firmante y valor porcentual sobre el total de su producción científica
- Índice de colaboración institucional: porcentaje de documentos en colaboración con cada una de las instituciones
- Análisis de la red personal: es la representación gráfica de la redes de coautoría y colaboración a partir de la cuantificación de firmas en los trabajos. Permite cuantificar cuántos miembros componen una red, cual es la intensidad de las relaciones existentes entre sus miembros y quiénes son los más relevantes de la misma.
- Análisis de la red institucional: permite saber la colaboración entre organismos, analizando la filiación institucional de cada uno de los autores que firman un trabajo (Bordons et al., 1996).
- Análisis de la red por países: permite conocer que países realizan estudios en colaboración, su intensidad y cuáles no colaboran y permanecen aislados en la red.

2. OBJETIVOS

Este Trabajo Final de Máster tiene por objetivo realizar un estudio de la actividad científica de Avelino Corma, mediante el análisis bibliométrico de sus publicaciones durante el periodo 1978-2013. Para llevar a cabo este estudio se pretende analizar su trayectoria investigadora mediante el estudio de los aspectos que se detallan a continuación:

- Cuantificar su actividad científica mediante el empleo de indicadores bibliométricos de productividad, impacto y colaboración.
- Analizar la evolución de su producción científica a lo largo del tiempo
- Analizar en qué instituciones desarrolló su labor investigadora
- Analizar las relaciones de coautoría
- Identificar las redes de colaboración entre autores, instituciones y países
- Analizar el impacto de sus publicaciones a través de las citas recibidas.
- Disponer de una visión global e integrada de su labor como investigador

3. MATERIAL Y MÉTODOS

Para la elaboración del estudio bibliométrico se realizaron las siguientes fases: se seleccionó la base de datos para realizar las búsquedas bibliográficas, se diseñó la estrategia de búsqueda para recuperar los documentos, se elaboró una base de datos relacional, se normalizaron los registros obtenidos de las búsquedas y por último, se analizaron los datos para la obtención de los indicadores bibliométricos.

3.1. Selección de la base de datos

La referencia bibliográfica es la fuente de datos principal para los análisis bibliométricos (Maltrás, 2003), información que aportan las bases de datos bibliográficas.

La Bibliometría se ayuda de la Informática para realizar sus estudios, empleando para ello las bases de datos que contienen los documentos objeto de su análisis (Carrizo, 2000).

Para la obtención de las referencias bibliográficas de Avelino Corma la consulta se realizó a través de la plataforma *Web of Science* (WOS), producida por Thomson Reuters, institución privada con sede en Filadelfia. La *Web of Science* es una plataforma online que aporta información científica de múltiples disciplinas y que contiene diversas bases de datos entre las que se encuentra la *Web of Science Core Collection*, base de datos empleada en este estudio, y otras herramientas que evalúan el rendimiento de las publicaciones.

La *Web of Science Core Collection* es una base de datos de referencias bibliográficas que ofrece acceso a información de cerca de 9.300 publicaciones internacionales en los campos de las ciencias, ciencias sociales, artes y humanidades. Su utilidad radica en el recuento y análisis de publicaciones científicas y las citas recibidas por las mismas, de una importante lista de revistas científicas de todo el mundo (Alfonso et al., 2005).

La *Web of Science Core Collection* incluye tres grandes bases de datos para cada rama del conocimiento:

- *Science Citation Index Expanded* (SCI-Expanded): especializado en más de 150 disciplinas de la Ciencia y Tecnología, se actualiza semanalmente. Dispone de fondos bibliográficos desde el año 1900 hasta la actualidad, recogiendo los trabajos publicados en más de 6.125 revistas de todo el mundo, que destacan por cumplir rigurosas normas de evaluación. Por ello, es considerado el más importante repositorio de información multidisciplinar de revistas de Ciencia y Tecnología en lengua inglesa (Jiménez Fernández, 2013).

- *Social Science Citation Index* (SSCI): desde 1956 ofrece acceso a información bibliográfica y referencias de unas 1.810 revistas en el campo de las Ciencias Sociales (derecho, psicología, educación, etc.).
- *Arts and Humanities Citation Index*: cubre diversos campos dentro de las Humanidades, proporcionando información bibliográfica y citas de unas 1.130 revistas desde 1975.

Estas bases de datos, son fuente que permiten extraer indicadores bibliométricos que contribuyen a que sean utilizados habitualmente como referentes para la realización de estudios que caracterizan la productividad, la colaboración e impacto científico de las revistas, autores, instituciones y países de un área del conocimiento (González Alcaide et al., 2008).

Entre las ventajas que presenta el uso de la base de datos *Web of Science Core Collections* se encuentran: (Zulueta, 2002)

1. Es multidisciplinar cubriendo alrededor de 6.000 revistas de Ciencia y Tecnología.
2. Realiza un vaciado total de las revistas seleccionadas.
3. Incluye a todos los autores de los documentos.
4. Para todos los autores recoge el lugar de trabajo, incluyendo el nombre del centro, la ciudad y el país, lo que permite analizar estudios de colaboración.
5. Contiene las referencias bibliográficas que aparecen en los documentos, y que permite realizar búsqueda de citas.

No obstante, a pesar de que la *Web of Science Core Collections* es la principal base de datos que se emplea en este tipo de estudios bibliométricos, presenta también una serie de limitaciones. La principal, es el sesgo lingüístico y geográfico a favor de las revistas en inglés, sobre todo las de EE.UU.

Otra de las limitaciones que presenta, es la falta de uniformidad en las denominaciones de los autores, instituciones y países, por lo que resulta imprescindible antes de realizar un estudio bibliométrico normalizar la información, proceso del que hablaremos en puntos posteriores. La falta de uniformidad en la información suele deberse a que los propios autores no firman siempre de la misma forma y a errores en el procesado de la información. Además, la investigación científica procedente de terceros países y la investigación local, que quedan fuera de la zona de influencia anglosajona, queda infrarrepresentada. Por último, está mejor representada la ciencia básica que la aplicada.

Como herramienta para la evaluación y análisis bibliográfico de la *Web of Science*, destaca el *Journal Citation Report*⁶ (JCR), que presenta datos estadísticos de citas desde 1997, indicando la importancia

⁶ Consultado en la web de la *Web of Science* el 7/04/2014. Disponible en: <https://www.accesowok.fecyt.es>

que tienen las revistas dentro de sus categorías temáticas. Estas categorías temáticas, permiten comparar cada revista con los restantes títulos de su disciplina. El JCR ayuda a medir la influencia de la investigación y muestra las relaciones entre las revistas citadas y las que se citan. De los indicadores que aporta (citas totales, factor de impacto, índice de inmediatez, número total de artículos, título de la publicación, etc.), el factor de impacto es el más relevante. El JCR *Science Edition* cubre más de 5.900 publicaciones líderes en el ámbito de las ciencias y el JCR *Social Science Edition* cubre aproximadamente 1.700 publicaciones líderes en 55 categorías, en el ámbito de las ciencias sociales. Estas herramientas, examinan publicaciones por categoría temática, editorial o país y busca todas las publicaciones según el título completo o una palabra del título, abreviaturas de publicaciones o el ISSN y permite el enlace a un archivo de la *Web of Science Core Collection*.

No obstante, al igual que la *Web of Science*, el *Journal Citation Report* presenta una serie de limitaciones entre las que se pueden citar: cambios en los títulos de las revistas a lo largo del tiempo lo que dificulta su identificación y la necesidad de combinar los datos que aporta el JCR con otro tipo de información tanto para la evaluación de las revistas como la evaluación de la actividad investigadora.

En todo caso, el uso combinado tanto de la *Web of Science* como del *Journal Citation Report*, potencia las posibilidades que cada una ofrece por separado, permitiendo un mejor análisis de los datos. (Valderrama, 2004).

Para el presente trabajo, se recuperaron un total de 1.002 documentos de la base de datos *Web of Science*. Mediante comparativa con el currículum oficial y normalizado de Avelino Corma, un total de 12 artículos no fueron encontrados en esta base de datos, por lo que para obtener la información necesaria se recurrió a su consulta en la base de datos Scopus (6 artículos) y en el currículum oficial de Avelino Corma (6 artículos).

La información que aporta la *Web of Science* para cada registro bibliográfico es la siguiente:

- Título: Título del trabajo
- Autor / Autores: aporta información de los autores que han realizado el trabajo
- Nombre de la revista donde se ha publicado el trabajo
- Volumen
- Páginas
- DOI
- Fecha de publicación
- Número de citas
- Información de la revista: categoría de la JCR a la que pertenece y cuartil en la categoría.

- Resumen del trabajo
- Palabras clave: Incluye palabras clave de autor y palabras clave plus
- Información del autor: dirección para petición de copias, instituciones de los autores de la publicación, direcciones de correo electrónico
- Financiación: entidad financiadora y número de concesión
- Editorial
- Categoría / Clasificación:
 - Área de investigación: muestra las áreas de investigación encontradas en una publicación
 - Categoría de *Web of Science* a la que pertenece la revista
- Información del documento: tipo de documento, idioma, número de acceso, ISSN de la revista, ISSN electrónico
- Información de la revista: factor de impacto
- Otra información: número IDS, referencias citadas en la colección principal de la *Web of Science* y número de veces citado en la colección principal de la *Web of Science*.

Los tipos de documentos que recoge la *Web of Science Core Collection* para el autor Avelino Corma son: *Articles, Reviews, Meeting Abstract, Proceeding Paper, Notes, Editorial Material* y *Letters*.

Este estudio se realizó únicamente sobre los siguientes tipos de documentos: *Articles, Reviews, Notes, Editorial Material* y *Letters*.

3.2. Estrategia de búsqueda para la recuperación de documentos

La descarga de la información de los registros de la *Web of Science Core Collection* se realizó online a través de la plataforma ISI Web of Knowledge, en fecha 28 de febrero de 2014. Los registros quedaron directamente incorporados en una base de datos Access confeccionada específicamente para realizar el estudio, siguiendo la información que aportan los registros de la *Web of Science Core Collection*.

Adicionalmente se introdujeron manualmente aquellos registros que no estaban incluidos en la base de datos empleada. Las publicaciones introducidas a mano fueron un total de 12 documentos.

Para la búsqueda de los registros de Avelino Corma se empleó el siguiente proceso de búsqueda:

En primer lugar, se filtró la búsqueda por el apellido e inicial del autor: Corma A (previamente se comprobó documentalmente que su firma habitual se realiza bajo esta denominación). Con esta acotación se obtuvieron 1.089 registros.

En segundo lugar, se filtró la búsqueda por el tipo de documento. Para este estudio únicamente se tuvo en cuenta los siguientes tipos de documentos: *Articles, Reviews, Notes, Editorial Material y Letters*. Con este filtro se redujo el número de registros de 1.089 a 1.006.

Y por último, se acotó la búsqueda a los años de publicación de los documentos. El rango temporal escogido para realizar el estudio ha sido desde 1978, año en que inicia sus publicaciones Avelino Corma, hasta el 2013.

El empleo de esta ecuación de búsqueda permitió recuperar 1.002 publicaciones de Avelino Corma.

El número total de registros obtenidos tanto desde la *Web of Science Core Collection* como los introducidos manualmente fueron un total de 1.014 registros.

3.3. Elaboración de una base de datos relacional

Con la información de los registros descargados, se confeccionó una base de datos con el programa informático Bibliométricos, producido en el Instituto de Historia de la Medicina y de la Ciencia López Piñero (CSIC-Universidad de Valencia), que permite a través de los registros descargados en la *Web of Science Core Collection* crear una base de datos en el programa informático Acces.

La información en cada una de las tablas y campos de la base de datos se recoge a continuación:

Tabla Instituciones: Aporta información sobre las afiliaciones institucionales de los autores que han firmado el documento: denominación de la institución y ubicación geográfica de la misma. Contiene la siguiente información: IdFichero, IdInstitución, IdRegistro, Institución, InstituciónNorm, País, PaisNorm.

Tabla Registros:

Aporta información sobre el contenido de los documentos: IdFichero, IdRegistro, título, ISSN, volumen, ejemplar, página inicial y final de la revista en la que fue publicado, número de páginas totales, mes y año de publicación, idioma, tipología documental, número de veces que ha sido citado, número de referencias que incluye, editor, palabras clave y resumen, categoría WOS y autores.

Tabla Revistas: contenía los siguientes campos: IdRevista, Nombre de la revista, Nombre abreviado de la revista, NombreIso.

Tabla Escribe: contenía los siguientes campos: IdFichero, IdEscribe, IdRegistro, NumAutor, NombreAutor y NombreAutorNorm.

La tabla Registros contiene toda la información de los artículos descargados y está relacionada con el resto de la información bibliográfica que dispone las otras tablas.

Cada registro está conectado con el nombre de los autores del artículo mediante la relación con la tabla Escribe, de este modo, se pueden conocer los autores firmantes de un artículo y el orden de las firmas de los mismos.

La información de la afiliación institucional de los autores firmantes y el país de estas instituciones, se dispone por medio de la relación entre la Tabla Registros y la Tabla Instituciones.

El nombre de la revista fuente de publicación de cada artículo, está disponible por medio del código ISSN en la relación que existe entre la tabla Registros y la Tabla Revista.

Así, por medio de las relaciones existentes entre las diferentes tablas es posible obtener la información bibliométrica necesaria para analizar la actividad científica de Avelino Corma.

3.4. Normalización de los datos

La normalización es un proceso que consiste en unificar las diferentes variantes de los nombres de un mismo autor o institución bajo una denominación común. Este proceso se realizó manualmente y es necesario realizarlo, ya que los datos que aportan las bases de datos suelen presentar problemas de calidad. Estos problemas de calidad se deben principalmente a que los propios autores no firman siempre de la misma forma sus publicaciones, o bien, porque se han producido errores en el momento del procesado de la información.

Para la normalización de los autores, el criterio que se siguió ante dos o más variantes de un mismo nombre y/o apellidos consistió en escoger aquel que aportara más información. En el caso de duda, se comprobó la coincidencia en los lugares de trabajo de las dos variantes. El nombre de un autor puede aparecer de formas diferentes. A continuación, se escribe los ejemplos habituales que suelen aparecer durante los procesos de normalización.

El nombre de un autor puede expresarse de las siguientes maneras:

- a) con su apellido y la inicial de su nombre de pila: ABAD, A
- b) con un apellido y su nombre de pila completo: GARCÍA, HIGINIO
- c) con dos apellidos y dos iniciales para el nombre de pila, en el caso de nombres compuestos: LÓPEZ ESTIVILL, MJ

d) con la inclusión de dos apellidos mediante guiones: GONZÁLEZ-PRIETO, A

e) con la inclusión de dos apellidos sin guiones: RUÍZ GARCÍA, L

f) con la consideración del segundo nombre de pila como primer apellido: MANUEL, José

Dado que existen múltiples variantes respecto del nombre de un mismo autor, es necesario estandarizar la denominación del autor, con el fin de no perder registros que sean de su autoría pero que por presentar denominaciones diferentes de su nombre no se tengan en cuenta en la cuantificación de sus publicaciones.

Para el autor Avelino Corma sólo se ha encontrado una sola denominación: CORMA, A

En el proceso de normalización de las instituciones, el criterio para normalizarlas fue escribir el nombre oficial de la institución, comprobando su denominación en el sitio web oficial de la misma. La normalización de las instituciones presenta un inconveniente, ya que algunos registros bibliográficos incluyen dentro de una única adscripción institucional dos o más instituciones (principalmente este caso se da en institutos de investigación vinculados a universidades, como es el caso del Instituto de Tecnología Química). En estos casos, se consideró como instituciones diferentes todas las que podían individualizarse en cada registro bibliográfico.

Así, el Instituto de Tecnología Química se encontró bajo las siguientes denominaciones:

- Inst Tecnol Quim (UPV-CSIC)
- Inst Tecnol Quim (CSIC-UPV)
- ITQ
- Inst Tecnol Quim
- Inst Univ Tecnol Quim

La denominación normalizada de la institución quedó de la siguiente manera:

- Instituto de Tecnología Química (ITQ)

Además, se consideró como institución aquellas que respondiesen a organismos de carácter autónomo o independiente como: universidades, institutos, empresas, etc. No se tuvo en cuenta adscripciones como áreas, secciones, facultades o departamentos.

Por último, para el proceso de normalización de los países, se tomó la denominación inglesa del país.

3.5. Indicadores bibliométricos

Una vez normalizados los autores, instituciones y países, se procedió a la obtención de todos los resultados. El análisis de la actividad científica se llevó a cabo mediante el empleo de los indicadores bibliométricos.

Estos indicadores se clasificaron en tres grandes grupos:

- Indicadores de productividad científica
- Indicadores de impacto o visibilidad
- Indicadores de colaboración y redes

3.5.1. Indicadores de productividad científica

Para este estudio se calcularon los siguientes parámetros:

- Número de trabajos por tipología documental y año de publicación (desde 1978 hasta 2013), y porcentaje total de cada tipo de documentos sobre el total de publicaciones objeto de estudio
- Distribución porcentual de los trabajos por tipología documental
- Número de trabajos por tipología documental distribuidos por quinquenios y porcentaje sobre el total. Los quinquenios que se analizaron fueron: 1978-1982; 1983-1987; 1988-1992; 1993-1997; 1998-2002; 2003-2007; 2008-2013. El año 2013 fue incluido en el último quinquenio.
- Evolución por quinquenios del número de trabajos por tipología documental
- Distribución porcentual del número de trabajos por idioma de publicación
- Evolución cronológica de la productividad científica por quinquenios
- Distribución porcentual de las áreas de publicación de los trabajos, según la clasificación temática de las revistas

3.5.2. Indicadores de impacto o visibilidad

Para este estudio se calcularon los siguientes parámetros:

- Número de citas distribuidas por año de publicación de los trabajos
- Número de citas distribuidas por quinquenios
- Evolución del número de citas por quinquenio
- Distribución del número de trabajos por rango de citas recibidas

- *Hot papers*: para este estudio, aquellos trabajos con más de 300 citas recibidas
- Índice de Hirsch (factor h): este indicador se extrajo directamente de la WOS.
- Distribución de las citas según revistas (más de 10 trabajos) por quinquenio y total
- Número de trabajos en revistas del primer cuartil por quinquenio y porcentaje sobre el total de publicaciones
- Número de trabajos publicados en revistas top-3 y porcentaje sobre el total de publicaciones
- Número de citas de las instituciones (más de 200 citas) distribuidas por quinquenios

3.5.3. Indicadores de colaboración y redes

Para este estudio se calcularon los siguientes parámetros:

- Número de firmas de los trabajos por quinquenio (IFT por quinquenio)
- Evolución por quinquenios del índice de firmas por trabajo (IFT)
- Distribución del número de colaboradores por quinquenio
- Número de autores firmantes de los trabajos por quinquenio
- Distribución de la posición u orden de aparición de la firma en los trabajos de Avelino Corma
- Principales colaboradores de Avelino Corma (más de 20 trabajos firmados en coautoría), período de colaboración, número de colaboraciones e institución
- Redes de colaboración de autores en los siguientes periodos de tiempo: 1978-1987; 1988-1997; 1998-2013.
- Redes de colaboración de instituciones en los siguientes periodos de tiempo: 1978-1987; 1988-1997; 1998-2013.
- Distribución de las firmas institucionales (más de 7 trabajos) firmados por Avelino Corma
- Redes de colaboración por países en los siguientes periodos: 1978-1987; 1988-1997; 1998-2013.

Para la elaboración de las redes de colaboración de autores, instituciones y países se empleó el programa informático Pajek (Batagelj, 2013)

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Resultados de productividad científica

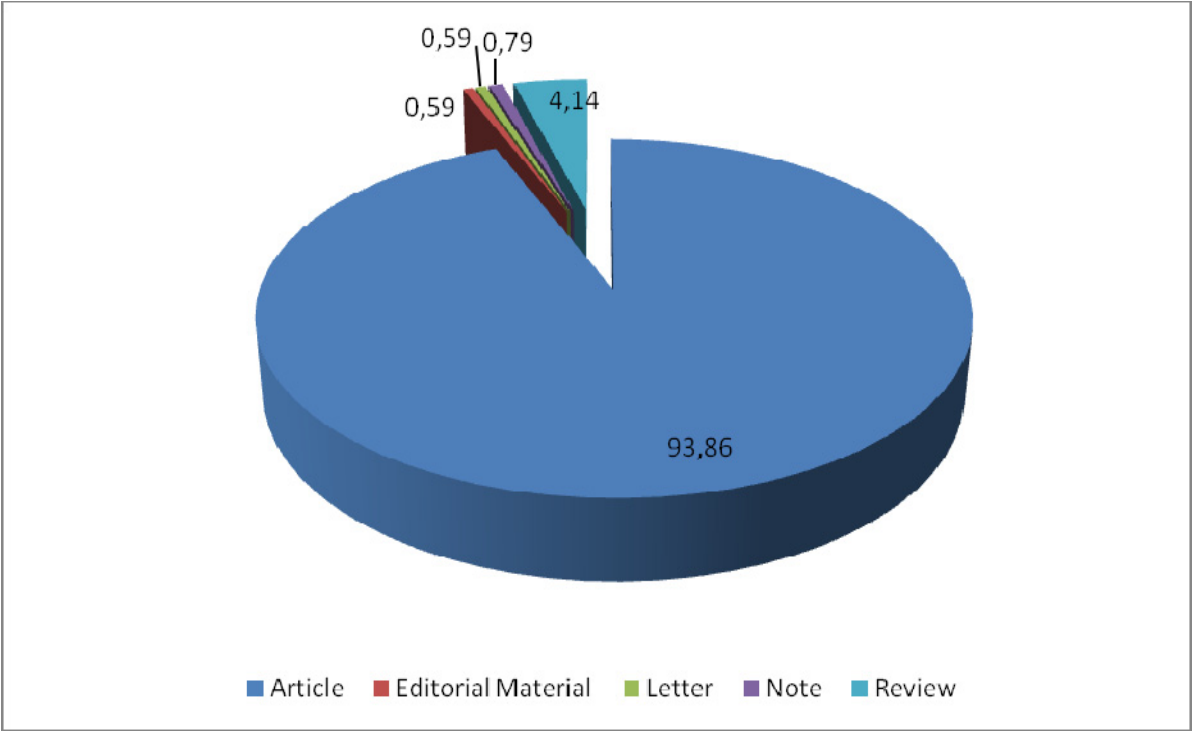
La productividad anual a lo largo del período 1978-2013 se presenta en la Tabla 1. El número total de documentos publicados ha sido de 1.014, de los que 952 (93,86%) fueron *Articles*, 42 (4,14%) *Reviews*, 8 (0,79%) *Notes*, 6 (0,59%) *Editorial Material* y 6 (0,59%) *Letters*. El volumen de artículos es notablemente superior al resto de tipo de documentos. El año de máxima publicación respecto al número de artículos corresponde al año 2004, en el que se publicaron 57 artículos. Como se observa, en todos los años se han publicado artículos, no ocurre lo mismo con el resto de documentos. La media anual en el período de estudio de artículos publicados es de 26,4 artículos /año. Teniendo en cuenta todos los tipos de documentos, es también el 2004, el año de máximas publicaciones. La Figura 1 muestra la distribución porcentual de los trabajos por tipología documental publicados por Avelino Corma.

Tabla 1. Número de documentos por tipo de trabajo y año de publicación

Año/Tipo de trabajo	Article	Editorial Material	Letter	Note	Review	Total por año
1978	2	-	-	-	-	2
1979	3	-	-	-	-	3
1980	6	-	-	-	-	6
1981	5	-	-	-	-	5
1982	3	-	-	-	1	4
1983	5	-	-	1	-	6
1984	4	-	1	1	-	6
1985	13	-	-	-	1	14
1986	12	-	-	-	-	12
1987	11	-	-	-	-	11
1988	10	-	-	-	4	14
1989	12	-	-	-	-	12
1990	15	-	-	-	-	15
1991	15	-	-	-	-	15
1992	13	-	-	1	-	14
1993	20	-	-	1	2	23
1994	36	-	1	3	-	40
1995	30	-	2	1	2	35
1996	37	-	-	-	-	37
1997	33	-	-	-	3	36
1998	30	-	-	-	1	31
1999	24	-	-	-	1	25

Año/Tipo de trabajo	Article	Editorial Material	Letter	Note	Review	Total por año
2000	34	-	-	-	-	34
2001	28	-	-	-	-	28
2002	35	-	-	-	1	36
2003	33	1	-	-	2	36
2004	57	-	1	-	4	62
2005	53	-	-	-	-	53
2006	38	-	-	-	3	41
2007	51	-	-	-	2	53
2008	41	-	-	-	2	43
2009	48	1	-	-	2	51
2010	52	1	-	-	2	55
2011	47	-	1	-	4	52
2012	51	1	-	-	3	55
2013	45	2	-	-	2	49
Total	952	6	6	8	42	1.014
Porcentaje	93,86%	0,59%	0,59%	0,79%	4,14%	100%

Figura 1. Distribución porcentual de los trabajos por tipología documental



La Tabla 2 muestra el número de trabajos por tipología documental a lo largo de los 7 quinquenios estudiados. El quinquenio más productivo en cuanto a *Articles* publicados, es el de 2008-2013 con 284 artículos; para los trabajos correspondientes a *Editorial Material* fue también en el último quinquenio 2008-2013 donde se registra el mayor número de publicaciones de este tipo de documentos (5 *Editorial Material*). El quinquenio 1993-1997 fue el más productivo en cuanto a documentos publicados como *Letters* (3 *Letters*). Y por último, tanto para las *Notes* como los *Reviews* fueron los quinquenios 1993-1997 y el quinquenio 2008-2013 con 5 y 15 publicaciones respectivamente, los más productivos en cuanto a publicación de este tipo de trabajos. Considerando todas las tipologías documentales, el quinquenio más productivo fue 2008-2013 con 305 publicaciones. Teniendo en cuenta el total de publicaciones por quinquenio respecto al número total de publicaciones (1.014), es el quinquenio 2008-2013, el más productivo representando el 30,08% sobre el volumen total de trabajos. Como se observa en la Tabla 2, a lo largo de los quinquenios objeto de estudio, el porcentaje del volumen de publicaciones sigue una tendencia ascendente, excepto en el quinquenio 1998-2002, en el que se observa un ligero descenso respecto del quinquenio anterior (1993-1997), pasando de 16,86% a un 15,19% respectivamente.

La Figura 2 muestra la evolución por quinquenios de los diferentes tipos de documentos: *Articles*, *Reviews*, *Letters*, *Editorial Material* y *Notes*. Los *Articles* a lo largo de los quinquenios se incrementan, descendiendo ligeramente en el quinquenio 1998-2002, que pasó de 156 artículos del quinquenio anterior a 151 artículos. En los quinquenios posteriores a éste, el número de artículos se incrementó hasta 284 (quinquenio 2008-2013).

Respecto a los *Reviews* la tendencia es similar a la de los *Articles*, se observa un incremento a lo largo de los quinquenios, apreciándose un descenso en los mismos, para el quinquenio 1998-2002, que pasó de 7 *Reviews* del quinquenio anterior a 3 *Reviews* en el quinquenio 1998-2002. En los quinquenios posteriores el número de *Reviews* fue aumentando hasta 15 *Reviews* para el quinquenio 2008-2013.

En cuanto las *Letters*, solo se han publicado en cuatro de los siete quinquenios estudiados, una *Letter* en el quinquenio 1983-1987, 3 *Letters* para el quinquenio 1993-1997, una *Letter* en el quinquenio 2003-2007 y una *Letter* para el quinquenio 2008-2013.

La publicación de los trabajos cuya tipología documental corresponde a *Editorial Material*, es muy reducida, tan solo existen publicaciones de *Editorial Material* en los dos últimos quinquenios 2003-2007 y 2008-2013 y, en cantidades mínimas, una y 5 publicaciones como *Editorial material* para cada quinquenio respectivamente.

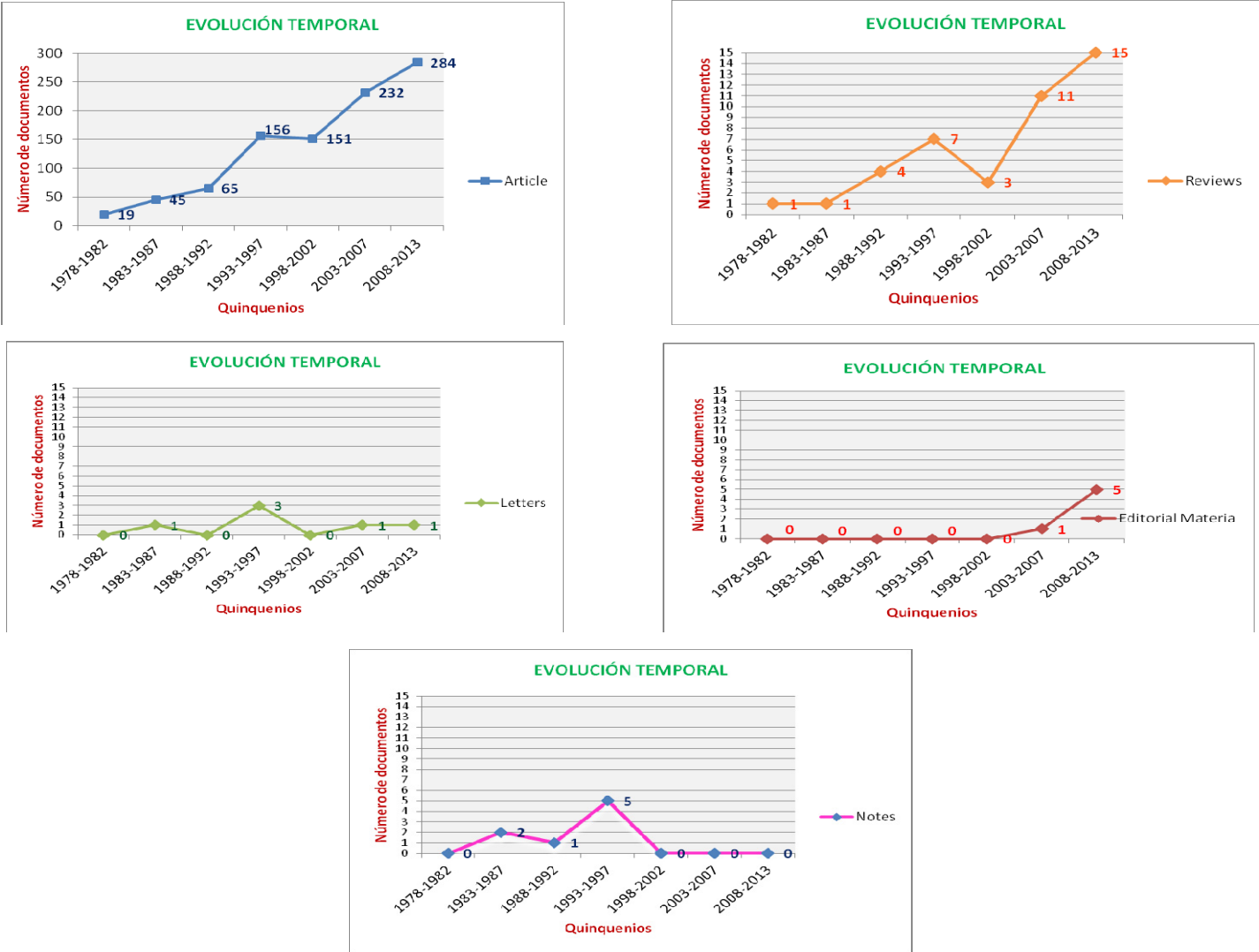
Por último, para los documentos cuya tipología documental son *Notes*, la publicación a lo largo de los quinquenios estudiados es muy reducida, observándose únicamente *Notes* para los siguientes quinquenios: 2 *Notes* (1983-1987); una *Note* (1988-1992) y 5 *Notes* (1993-1997). En los posteriores quinquenios no existen publicaciones de este tipo de trabajos.

Tabla 2. Número de trabajos por tipología documental distribuidos por quinquenios

Tipología Documental	1978-1982		1983-1987		1988-1992		1993-1997		1998-2002		2003-2007		2008-2013*		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Article	19	95%	45	91,84%	65	92,86%	156	91,23%	151	98,05%	232	94,69%	284	93,11%	952	93,86%
Editorial Material	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,41%	5	1,64%	6	0,59%
Letter	-	-	1	2,04%	-	-	3	1,75%	-	-	1	0,41%	1	0,33%	6	0,59%
Note	-	-	2	4,08%	1	1,43%	5	2,92%	-	-	-	-	-	-	8	0,79%
Review	1	5%	1	2,04%	4	5,71%	7	4,09%	3	1,95%	11	4,49%	15	4,92%	42	4,14%
Total	20	100%	49	100%	70	100%	171	100%	154	100%	245	100%	305	100%	1.014	100%
% Quinquenio sobre total de documentos	1,97%		4,83%		6,90%		16,86%		15,19%		24,16%		30,08%		100%	

* El año 2013 se ha incluido en el último quinquenio

Figura 2. Evolución por quinquenios del número de trabajos por tipo de documento



La Figura 3 muestra el idioma de publicación de los trabajos. El inglés es el idioma mayoritario empleado por Avelino Corma en sus publicaciones (98,32%). El resto de idiomas empleados: francés, español y portugués, aparecen en una proporción muy pequeña respecto a las publicaciones en inglés, representando el 0,10%, 1,18% y 0,39% respectivamente.

La Figura 4 muestra las áreas temáticas de las revistas dónde el autor ha publicado, como se observa el área *Chemistry Physical* (34,72%), *Engineering Chemical* (16,37%) y *Chemistry Multidisciplinary* (15,62%) son las principales áreas temáticas de publicación. El autor ha publicado en 127 revistas y en 43 áreas temáticas diferentes. Los porcentajes se han extraído sobre los 1.002 registros de las WOS, que es donde aparece este campo.

Figura 3. Idioma de publicación de los trabajos

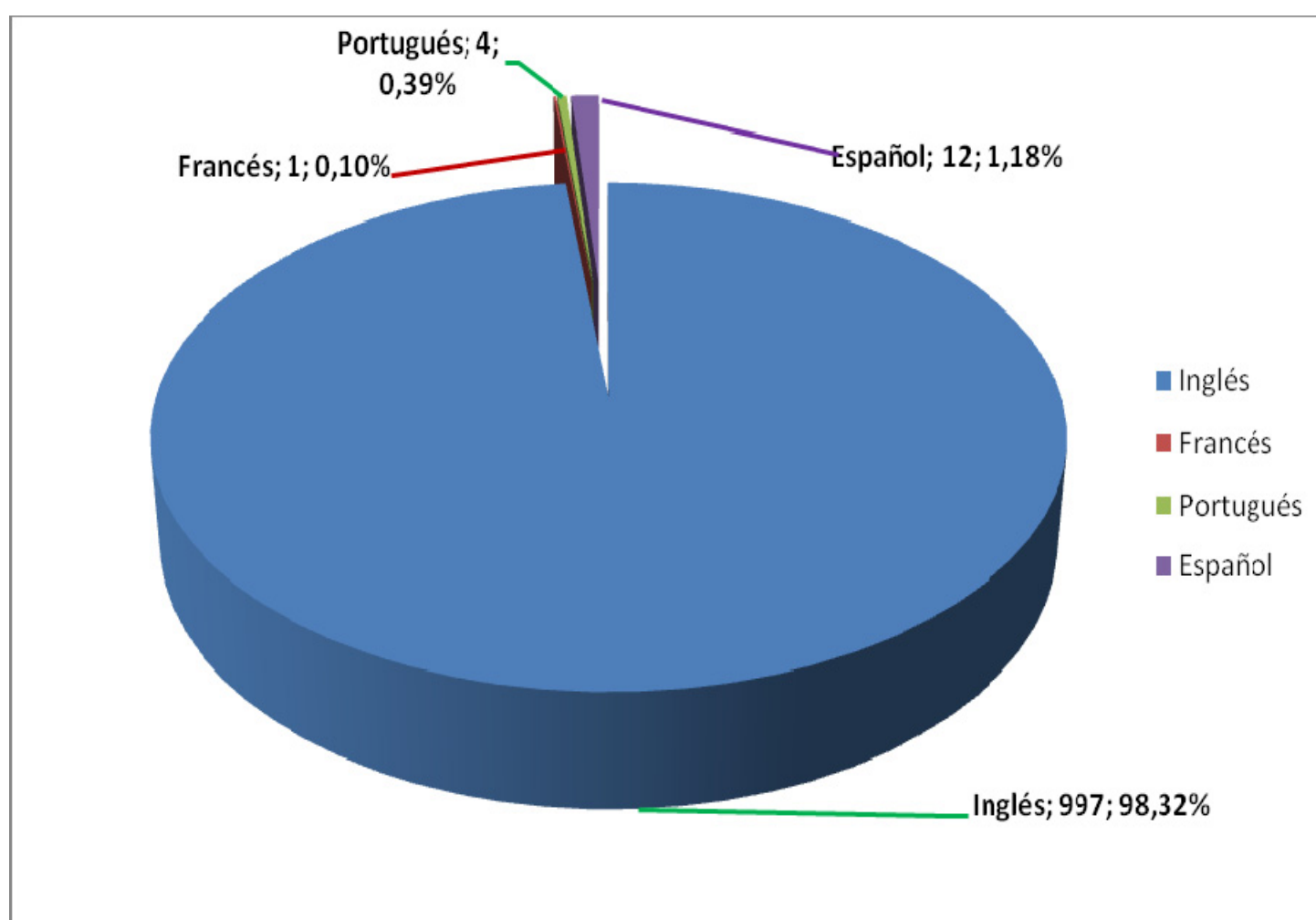
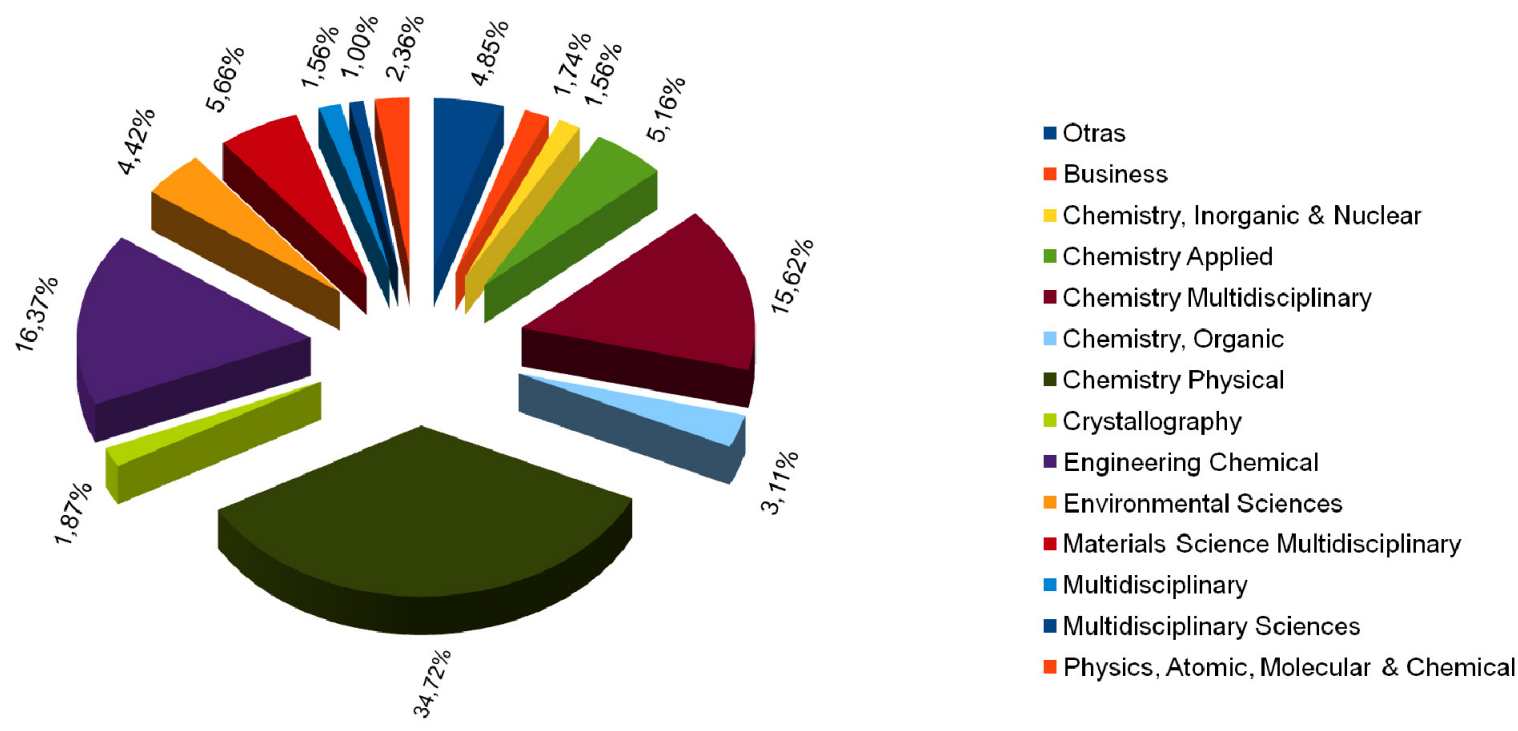


Figura 4. Distribución porcentual de las áreas de publicación de los trabajos según la clasificación temática de las revistas



4.2 Resultados de impacto o visibilidad

Para analizar el número de citas recibidas por año se ha elaborado la Tabla 3. Como se observa, el año que recibe un mayor número de citas es en 1997, con 5.330 citas, representando el 10% del total de citas recibidas, seguido del año 2006, con 4.114 citas, representando el 7,72%. El total de citas recibidas a lo largo del período 1978-2013 asciende a 53.285.

Tabla 3. Número de citas por año

Año	Nº Citas
1978	77
1979	63
1980	66
1981	78
1982	168
1983	47
1984	187
1985	518
1986	221
1987	288
1988	533
1989	603
1990	723
1991	548
1992	850
1993	1.725
1994	3.185
1995	3.975
1996	1.787
1997	5.330
1998	2.491
1999	1.068
2000	1.464
2001	1.369
2002	2.046
2003	2.264
2004	3.589
2005	2.710
2006	4.114
2007	3.605
2008	2.247
2009	1.515

Año	Nº Citas
2010	1.979
2011	1.380
2012	414
2013	58

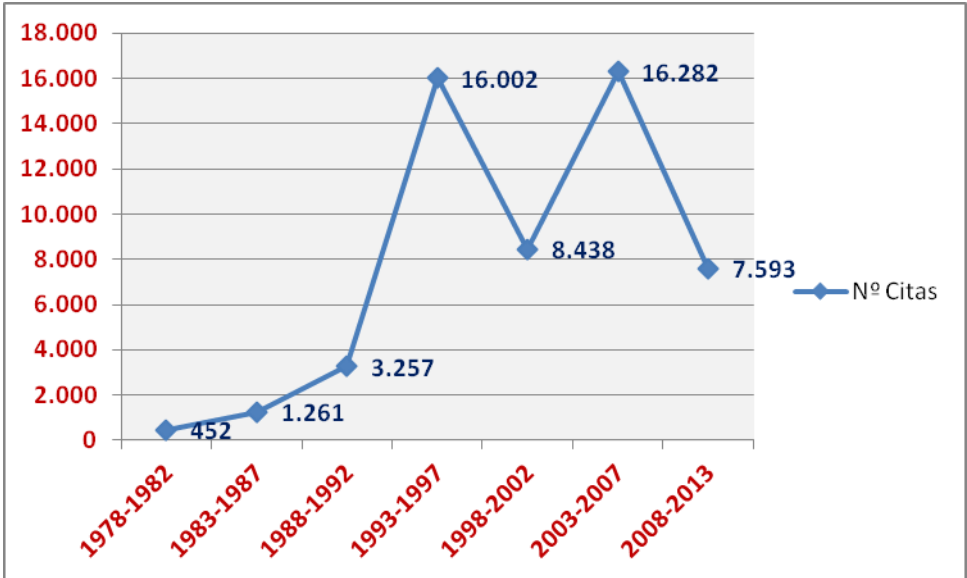
La distribución del número de citas por los quinquenios objeto de estudio se puede apreciar en la Tabla 4. Como se observa, es entre los años 2003-2007 donde se registra el mayor número de citas, 16.282 citas, representando el 30,56% del total de citas recibidas (53.285 citas totales desde 1978 hasta 2013).

Tabla 4. Distribución del número de citas por quinquenio

Período	Nº Citas
1978-1982	452
1983-1987	1.261
1988-1992	3.257
1993-1997	16.002
1998-2002	8.438
2003-2007	16.282
2008-2013	7.593

Para analizar la evolución del número de citas a lo largo de los quinquenios se ha elaborado la Figura 5. Se observa un ascenso en los cuatro primeros quinquenios, hasta el quinquenio 1993-1997. En el quinquenio posterior, 1998-2002 desciende notoriamente el número de citas a casi la mitad (8.438 citas). Este descenso en el número de citas se recupera para el quinquenio 2003-2007 (16.282 citas). El último quinquenio desciende de nuevo el numero de citas, ya que las mayores cotas de citaciones se obtienen entre los dos y tres años posteriores a la publicación de un trabajos por lo que para los trabajos publicados en los años 2011, 2012 y 2013 aún no han recibido las cotas de citación máximas que se estiman. Cabe señalar que el incremento en el número de citas es muy acusado del quinquenio 1988-1992 al quinquenio 1993-1997, aumentando hasta casi cinco veces su valor, pasando de obtener 3.257 citas a obtener 16.002 citas.

Figura 5. Evolución del número de citas por quinquenio



La Tabla 5 muestra el número de trabajos por rango de citas. Como se observa, solo existen 4 publicaciones con más de 1.000 citas; estos trabajos están recogidos en la Tabla 6 (*hot papers*). La mayor parte de los trabajos, 894, reciben menos de 100 citas. En el segundo puesto se encuentran trabajos que reciben entre 100 y 200 citas (80 trabajos).

Tabla 5. Distribución del número de trabajos por rango de citas

Nº Citas	Trabajos
Menos de 100	894
100-200	80
200-300	16
300-400	5
400-500	6
500-600	1
600-700	2
700-800	0
800-900	0
900-1.000	0
Más de 1.000	4

La Tabla 6 presenta las referencias de las publicaciones de aquellos trabajos que han recibido más de 300 citas entre los años 1978 y 2013 (*hot papers*). Un total de 18 trabajos recibieron más de 300 citas. El trabajo más citado fue publicado en 1997 en la revista *Chemical Reviews*, recibiendo 3.292 citas, siendo Avelino Corma el único autor, afiliado al Instituto de Tecnología Química (CSIC-UPV). El segundo artículo en el ranking de citas fue publicado en 1995 también en la revista *Chemical Reviews* recibiendo 1.716 citas, y al igual que la publicación anterior, Avelino Corma como único autor. Entre 13 de los 18 trabajos con más de 300 citas, Avelino Corma figura como primer autor.

Las revistas que más *hot papers* publicaron fueron *Chemical Reviews* publicando 7 de las 18 publicaciones consideradas como *hot papers* y la revista *Journal of Catalysis* publicando 4 trabajos de los 18 incluidos con más de 300 citas.

Tabla 6. Hot papers

AUTORES	TÍTULO	FUENTE	VECES CITADO SCI-E
Corma A	From microporous to mesoporous molecular sieve materials and their use in catalysis	<i>Chemical Reviews</i> 1997; 97: 2373-2419	3.292
Corma A	Inorganic solid acids and their use in acid-catalyzed hydrocarbon reactions	<i>Chemical Reviews</i> 1995; 95: 559-614	1.716
Huber GW, Iborra S, Corma A	Synthesis of transportation fuels from biomass: Chemistry, catalysts, and engineering	<i>Chemical Reviews</i> 2006; 106: 4044-4098	1.699
Corma A, Iborra S, Velty A	Chemical routes for the transformation of biomass into chemicals	<i>Chemical Reviews</i> 2007; 107: 2411-2502	1.152
Corma A, Garcia H, Xamena FXLI	Engineering Metal Organic Frameworks for Heterogeneous Catalysis	<i>Chemical Reviews</i> 2010; 110: 4606-4655	697
Corma A, Navarro MT, Pariente JP	Synthesis of an ultralarge poretitanium silicate isomorphous to MCM-41 and its application as a catalyst for selective oxidation of hydrocarbons	<i>Journal of the Chemical Society-Chemical Communications</i> 1994; (2): 147-148	613
Corma A, Fornés V, Navarro MT, Perezpariente J	Acidity and stability of MCM-41 crystalline aluminosilicates	<i>Journal of Catalysis</i> 1994; 148: 569-574	546

AUTORES	TÍTULO	FUENTE	VECES CITADO SCI-E
Abad A, Concepción P, Corma A, García H	A collaborative effect between gold and a support induces the selective oxidation of alcohols	<i>Angewandte Chemie-International Edition</i> 2005; 44: 4066-4069	499
Corma A, García H	Supported gold nanoparticles as catalysts for organic reactions	<i>Chemical Society Reviews</i> 2008; 37: 2096-2126	496
Corma A, Serna P	Chemoselective hydrogenation of nitro compounds with supported gold catalysts	<i>Science</i> 2006; 313: 332-334	470
Corma A, García H	Lewis acids: From conventional homogeneous to green homogeneous and heterogeneous catalysis	<i>Chemical Reviews</i> 2003; 103: 4307-4365	460
Carrettin, S, Concepción P, Corma A, Nieto JML, Puentes VF	Nanocrystalline CeO2 increases the activity of an for CO oxidation by two orders of magnitude	<i>Angewandte Chemie-International Edition</i> 2004; 43: 2538-2540	444
Blasco T, Corma A, Navarro MT, Pariente JP	Synthesis, characterization and catalytic activity of TI-MCM-41 structures	<i>Journal of Catalysis</i> 1995; 156: 65-74	435
Corma A	State of the art and future challenges of zeolites as catalysts	<i>Journal of Catalysis</i> 2003; 216: 298-312	388

AUTORES	TÍTULO	FUENTE	VECES CITADO SCI-E
Corma A, Fornes V, Pergher SB, Maesen TLM, Buglass JG	Delaminated zeolite precursors as selective acidic catalysts	<i>Nature</i> 1998; 396: 353-356	370
Huber GW, Corma A	Synergies between bio- and oil refineries for the production of fuels from biomass	<i>Angewandte Chemie-International Edition</i> 2007; 46: 7184-7201	362
Corma A, Leyva-Perez A, Sabater MJ	Gold-Catalyzed Carbon-Heteroatom Bond-Forming Reactions	<i>Chemical Reviews</i> 2011; 111: 1657-1712	359
Corma A, Martínez A, Martínez-Soria V, Montón JB	Hydrocracking of vacuum gas-oil on the novel mesoporous MCM-41 aluminosilicate catalyst	<i>Journal of Catalysis</i> 1995; 153: 25-31	307

El índice de Hirsch (factor h) para el autor Avelino Corma es de 107 lo que significa que 107 publicaciones han recibido más de 107 citas. Este índice mide la calidad profesional en función de la cantidad de citas que han recibido sus trabajos. En otras palabras, es el balance entre el número de publicaciones y las citas a éstas. Este índice se calculó únicamente para aquellos registros rescatados de la *Web Of Science Core Collection* (1.002 registros).

En un artículo publicado en 2008 en la revista 100cias@uned de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), Guerrero Ruíz, indicaba que los valores del índice de Hirsch para los premiados o candidatos al premio Nobel de Química estaban en torno a valores comprendidos entre 60 y 80. Y destacaba que era Avelino Corma el único químico español que en la actualidad alcanzaba esos niveles de visibilidad de sus investigaciones, tal y como mide este índice h.

La Tabla 7 muestra aquellas revistas que han publicado más de 10 trabajos de Avelino Corma y el número de citas totales recibidas a lo largo del periodo 1978-2013, así como los trabajos y citas por estas revistas distribuidos por quinquenios. Como se observa la revista que más trabajos de Avelino Corma ha publicado es *Journal of Catalysis* con 173 trabajos (11.366 citas), seguida de la revista *Applied Catalysis A-General*, con 68 trabajos y 2.515 citas. La revista *Journal of Catalysis* es la única revista que publica a lo largo de toda la trayectoria investigadora que se plantea en este estudio. El total de revistas donde Avelino Corma ha publicado uno o más documentos asciende a 133 revistas diferentes.

Tabla 7. Distribución de las revistas según el número de trabajos (más de 10 trabajos) y de citas por quinquenio y global

Revista	1978-1982		1983-1987		1988-1992		1993-1997		1998-2002		2003-2007		2008-2013		TT	TC
	NT	NC	NT	NC	NT	NC	NT	NC	NT	NC	NT	NC	NT	NC		
JOURNAL OF CATALYSIS	5	184	7	509	12	838	34	3888	31	1989	49	3007	35	951	173	11.366
APPLIED CATALYSIS A-GENERAL	-	-	-	-	3	92	29	1260	10	415	11	577	15	171	68	2.515
CHEMICAL COMMUNICATIONS	-	-	-	-	-	-	7	518	18	908	21	1275	14	221	60	2.922
JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY	-	-	-	-	-	-	11	725	3	275	15	1067	11	331	40	2.398
ANGEWANDTE CHEMIE-INTERNATIONAL EDITION	-	-	-	-	-	-	1	52	4	325	15	2289	16	663	36	3.329
JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY B	-	-	-	-	-	-	4	168	17	949	8	171	1	54	30	1.342
CHEMISTRY-A EUROPEAN JOURNAL	-	-	-	-	-	-	-	-	2	138	8	214	19	478	29	830
CATALYSIS TODAY	-	-	-	-	-	-	1	198	4	67	10	239	13	89	28	593
MOLECULAR SIEVES	-	-	1	1	-	-	11	244	5	91	11	72	-	-	28	408
MICROPOROUS AND MESOPOROUS MATERIALS	-	-	-	-	-	-	-	-	8	599	10	159	7	75	25	833
APPLIED CATALYSIS	-	-	5	197	16	989	-	-	-	-	-	-	-	-	21	1.186
CHEMISTRY OF MATERIALS	-	-	-	-	-	-	4	318	1	33	9	236	7	80	21	667
JOURNAL OF MOLECULAR CATALYSIS A	-	-	-	-	-	-	4	125	7	226	7	301	2	65	20	717
JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	65	17	242	19	307
PHYSICAL CHEMISTRY CHEMICAL PHYSICS	-	-	-	-	-	-	-	-	6	108	1	12	12	311	19	431
ZEOLITES	-	-	4	53	7	246	5	562	-	-	-	-	-	-	16	861
JOURNAL OF THE CHEMICAL SOCIETY	-	-	3	53	4	418	7	1.074	-	-	-	-	-	-	14	1.545
ADVANCED SYNTHESIS & CATALYSIS	-	-	-	-	-	-	-	-	1	62	7	599	5	92	13	753
CATALYSIS LETTERS	-	-	-	-	2	35	4	194	5	163	1	5	1	6	13	403
JOURNAL OF MATERIALS CHEMISTRY	-	-	-	-	-	-	-	-	3	142	3	80	6	110	12	332
TOPICS IN CATALYSIS	-	-	-	-	-	-	1	95	3	51	3	23	5	84	12	253

Revista	1978-1982		1983-1987		1988-1992		1993-1997		1998-2002		2003-2007		2008-2013		TT	TC
	NT	NC	NT	NC	NT	NC	NT	NC	NT	NC	NT	NC	NT	NC		
CHEMSUSCHEM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	142	11	142
APPLIED CATALYSIS B-ENVIRONMENTAL	-	-	-	-	-	-	2	102	2	133	2	56	4	11	10	302
JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY	-	-	-	-	-	-	10	432	-	-	-	-	-	-	10	432

NT: Número de Trabajos; NC: Número de Citas; TT: Total de Trabajos; TC: Total de Citas

El número de trabajos publicados en las revistas registradas en el primer cuartil del año 2012, a lo largo de los quinquenios objeto de estudio (38 revistas), se aprecia en la Tabla 8. Las revistas que recogen un mayor número de publicaciones son: *Journal of Catalysis*, con 173 trabajos publicados (representando un 17,06% sobre el número total de publicaciones de Avelino Corma), *Chemical of Communications*, con 60 trabajos publicados (representando un 5,92% sobre el número total de documentos publicados) y *Journal of the American Society*, con 40 trabajos (lo que representa el 3,94% de número total de publicaciones de Avelino Corma).

El porcentaje total de trabajos que han sido publicados en revistas del primer cuartil asciende a 50,08%, lo que supone la mitad de su producción científica desde 1978 hasta 2013 en esta categoría de revistas.

Respecto a los quinquenios, es en el periodo 2008-2013 cuando alcanza un mayor número de publicaciones en revistas del primer cuartil, publicando 238 trabajos en 35 de las 38 revistas diferentes pertenecientes al primer cuartil. En los dos primeros quinquenios el número de publicaciones en revistas del primer cuartil es muy escaso, siendo de 5 trabajos en la revista *Journal of Catalysis* para el quinquenio 1978-1982; 7 trabajos en la revista *Journal of Catalysis* para el quinquenio 1983-1987, y un trabajo y 12 trabajos en las revistas *Chemical Engineering Science* y *Journal of Catalysis*, respectivamente, para el quinquenio 1988-1992.

Por último, señalar que la revista *Journal of Catalysis* ha publicado de forma creciente publicaciones de Avelino Corma en todos los quinquenios objeto de estudio. Esta circunstancia solo ocurre para esta revista.

Tabla 8. Número de trabajos en revistas del primer cuartil por quinquenio

Revista	1978-1982	1983-1987	1988-1992	1993-1997	1998-2002	2003-2007	2008-2013	Total trabajos revistas Q1	% sobre el total de trabajos
ACS CATALYSIS	-	-	-	-	-	-	8	8	0,79%
ADVANCED MATERIALS	-	-	-	1	1	-	-	2	0,20%
ADVANCED SYNTHESIS & CATALYSIS	-	-	-	-	1	7	5	13	1,28%
ANGEWANDTE CHEMIE-INTERNATIONAL EDITION	-	-	-	1	4	15	16	36	3,55%
CATALYSIS TODAY	-	-	-	1	4	10	13	28	2,76%
CHEMCATCHER	-	-	-	-	-	-	8	8	0,79%
CHEMICAL COMMUNICATIONS	-	-	-	7	18	21	14	60	5,92%
CHEMICAL ENGINEERING JOURNAL	-	-	-	-	-	-	1	1	0,10%
CHEMICAL ENGINEERING SCIENCE	-	-	1	-	-	-	1	2	0,20%
CHEMICAL REVIEWS	-	-	-	2	1	3	3	9	0,88%
CHEMICAL SCIENCE	-	-	-	-	-	-	3	3	0,30%
CHEMICAL SOCIETY REVIEWS	-	-	-	-	-	-	2	2	0,20%
CHEMISTRY OF MATERIALS	-	-	-	4	1	9	7	21	2,07%
CHEMISTRY-A EUROPEAN JOURNAL	-	-	-	-	2	8	19	29	2,86%
CHEMSUSCHEM	-	-	-	-	-	-	11	11	1,08%
COORDINATION CHEMISTRY REVIEWS	-	-	-	-	-	-	1	1	0,10%
CRYSTENGCOMM	-	-	-	-	-	-	1	1	0,10%
DALTON TRANSACTIONS	-	-	-	-	-	-	6	6	0,59%
EUROPEAN JOURNAL OF INORGANIC CHEMISTRY	-	-	-	-	-	1	2	3	0,30%
EUROPEAN JOURNAL OF ORGANIC CHEMISTRY	-	-	-	-	1	1	-	2	0,20%
GREEN CHEMISTRY	-	-	-	-	3	1	5	9	0,89%
JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY	-	-	-	-	1	-	1	2	0,20%
JOURNAL OF CATALYSIS	5	7	12	34	31	49	35	173	17,06%
JOURNAL OF MATERIALS CHEMISTRY	-	-	-	-	3	3	6	12	1,18%

Revista	1978-1982	1983-1987	1988-1992	1993-1997	1998-2002	2003-2007	2008-2013	Total trabajos revistas Q1	% sobre el total de trabajos
JOURNAL OF ORGANIC CHEMISTRY	-	-	-	2	-	1	2	5	0,49%
JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY C	-	-	-	-	-	2	17	19	1,87%
JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY	-	-	-	11	3	15	11	40	3,94%
LANGMUIR	-	-	-	-	-	1	3	4	0,39%%
MICROPOROUS AND MESOPOROUS MATERIALS	-	-	-	-	8	10	7	25	2,47%
NATURE	-	-	-	-	3	3	2	8	0,79%
NATURE CHEMISTRY	-	-	-	-	-	-	2	2	0,20%
NATURE MATERIALS	-	-	-	-	-	2	-	2	0,20%
NATURE PROTOCOLS	-	-	-	-	-	1	1	2	0,20%
ORGANOMETALLICS	-	-	-	-	-	-	2	2	0,20%
PHYSICAL CHEMISTRY CHEMICAL PHYSICS	-	-	-	-	6	1	12	19	1,87%
PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA	-	-	-	-	-	-	2	2	0,20%
SCIENCE	-	-	-	-	-	1	4	5	0,49%
TOPICS IN CATALYSIS	-	-	-	1	3	3	5	12	1,18%

El número de trabajos publicados en revistas top-3 registradas en el año 2012 se recoge en la Tabla 9. Como se observa, la revista *Advanced Synthesis Catalysis* es la que recoge un mayor número de publicaciones de Avelino Corma, 13 trabajos, representando el 1,28% del total de publicaciones del autor. En segundo lugar, se encuentra la revista *Chemical Reviews* con 9 trabajos, lo que representa el 0,88% del total de publicaciones del autor, y en tercer lugar la revista *Nature* con 8 trabajos, representando 0,79% del volumen total de la producción científica desde 1978 hasta 2013.

El porcentaje de trabajos publicados en revistas top-3, sobre el total de trabajos publicados por Avelino Corma desde 1978 hasta 2013, representa el 4,84%, teniendo en cuenta que sólo se han incluido las revistas Top-3 del año 2012. Respecto a los quinquenios, se observa cómo no existen publicaciones del autor en revistas Top-3 durante los tres primeros quinquenios. Es en el quinquenio 1993-1997 dónde comienza a publicar en revistas top-3. En el último quinquenio es dónde se registra un mayor número de publicaciones en revistas top-3, publicando en 10 de las 12 revistas incluidas como top-3.

La Tabla 10 muestra aquellas instituciones que han recibido más de 200 citas a lo largo del período 1978-2013, así como la distribución de estas citas a lo largo de los quinquenios objeto de estudio. Como se observa, la institución más citada es el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), con un computo total de citas de 50.779, seguida de la Universidad Politécnica de Valencia con 49.556 citas y el Instituto de Tecnología Química con 49.503 citas. El número de citas obtenidas por estas tres primeras instituciones es notablemente superior al recibido por el resto de instituciones. El quinquenio que ha recibido mayores cotas de citas es el comprendido entre el 2003 y el 2007. Debe tenerse en cuenta que el Instituto de Tecnología Química es un centro de investigación mixto del CSIC y de la UPV, y que al normalizar las instituciones, en cada registro ITQ (CSIC-UPV) se ha asignado un trabajo a cada una de las tres instituciones.

Tabla 9. Número de trabajos publicados en revistas top-3

REVISTAS TOP-3	1978-1982	1983-1987	1988-1992	1993-1997	1998-2002	2003-2007	2008-2013	Total Trabajos	% Trabajos sobre el total
ADVANCED SYNTHESIS CATALYSIS	-	-	-	-	1	7	5	13	1,28%
CHEMICAL REVIEWS	-	-	-	2	1	3	3	9	0,88%
NATURE	-	-	-	-	3	3	2	8	0,79%
SCIENCE	-	-	-	-	-	1	4	5	0,49%
ADVANCED MATERIALS	-	-	-	1	1	-	-	2	0,20%
CHEMICAL SOCIETY REVIEWS	-	-	-	-	-	-	2	2	0,20%
JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY	-	-	-	-	1	-	1	2	0,20%
NATURE CHEMISTRY	-	-	-	-	-	-	2	2	0,20%
NATURE MATERIALS	-	-	-	-	-	2	-	2	0,20%
NATURE PROTOCOLS	-	-	-	-	-	1	1	2	0,20%
COORDINATION CHEMISTRY REVIEWS	-	-	-	-	-	-	1	1	0,10%
CRYSTENGCOMM	-	-	-	-	-	-	1	1	0,10%

Tabla 10. Distribución de las citas de las instituciones que han recibido más de 200 citas y distribución por quinquenios

Institución	1978-1982	1983-1987	1988-1992	1993-1997	1998-2002	2003-2007	2008-2013	Total Citas
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) (ESPAÑA)	370	1.236	2.945	15.641	8.401	16.082	6.104	50.779
Universidad Politécnica de Valencia (ESPAÑA)	-	-	2.313	15.921	8.212	15.592	7.518	49.556
Instituto de Tecnología Química (ITQ) (ESPAÑA)	-	-	1.848	15.849	8.151	16.270	7.385	49.503
Instituto de Catálisis y Petroleoquímica (ICP) (ESPAÑA)	370	1.261	1.599	388	200	33	14	3.865
Universidad de Valencia (ESPAÑA)	49	559	156	1.807	915	271	87	3.844
Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM) (ESPAÑA)	-	51	893	427	71	1.081	408	2.931
Instituto de Química Orgánica General (IQOG) (ESPAÑA)	-	20	327	376	157	1.007	408	2.295
Instituto de Ciencia de Materiales de Barcelona (ICMB) (ESPAÑA)	-	-	-	-	478	919	-	1.397
Instituto de Química Física Rocasolano (IQFR) (ESPAÑA)	-	520	-	116	457	-	-	1.093
Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (PORTUGAL)	-	-	-	-	147	838	-	985
Shell Research and Technology Centre Amsterdam (STCA) (HOLANDA)	-	-	-	-	886	-	10	896
Universidad de Barcelona (ESPAÑA)	-	-	-	-	-	744	112	856
Universal Oil Products (UOP) (EE.UU)	-	-	-	-	756	33	-	789
Rhodia (FRANCIA)	-	-	-	-	67	425	10	502
Zeolyst International (EE.UU)	-	-	-	-	473	-	-	473
Biomass Economical Ecological Energy Conversion (BleCON) (HOLANDA)	-	-	-	-	-	321	144	465
University College London (UK)	-	-	-	152	199	62	-	413
University of Minnesota (EE.UU)	-	-	-	-	-	373	38	411

Institución	1978-1982	1983-1987	1988-1992	1993-1997	1998-2002	2003-2007	2008-2013	Total Citas
University of Würzburg (ALEMANIA)	-	-	-	330	72	-	-	402
Davy Faraday Research Laboratory (UK)	-	-	-	130	180	62	-	372
Universidad Complutense de Madrid (ESPAÑA)	-	-	59	200	-	95	9	363
Queens University (CANADÁ)	204	143	-	-	-	-	-	347
Centre for Research in Ceramics and Composite Materials (CICECO) (PORTUGAL)	-	-	-	-	-	-	289	289
Universidade de Aveiro (UA) (PORTUGAL)	-	-	-	-	-	-	289	289
University of California (EE.UU)	-	-	-	-	-	252	-	252
Instituto de Química Teórica Computacional de la Universidad de Barcelona (IQTCUB) (ESPAÑA)	-	-	-	-	-	135	112	247
Universidad de Cádiz (ESPAÑA)	-	-	-	-	-	88	156	244
Stockholm University (SUECIA)	-	-	-	-	-	-	231	231
Jilin University (JLU) (CHINA)	-	-	-	-	23	-	207	230
Berzelii Center Exselent on Porous Materials (SUECIA)	-	-	-	-	-	-	228	228
Catholic University Leuven (BÉLGICA)	-	-	213	-	-	-	-	213
College of Chemistry (CHINA)	-	-	-	-	-	-	213	213
Parc Científic de Barcelona (PCB) (ESPAÑA)	-	-	-	-	-	207	-	207

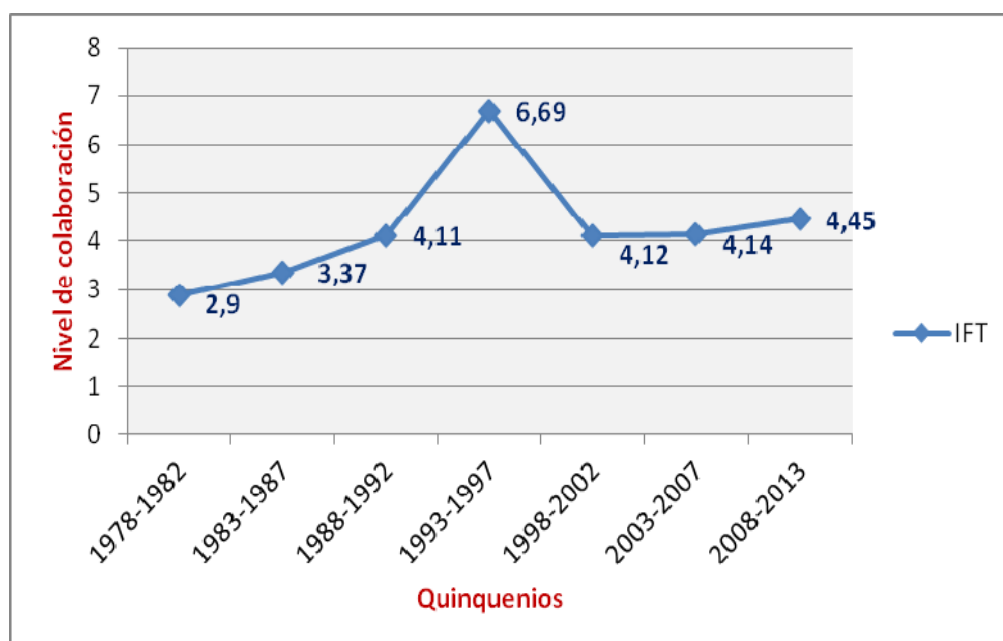
4.3. Resultados de colaboración y redes

La evolución del IFT (índice de colaboración a lo largo de los quinquenios) se aprecia en la Tabla 11. El índice aumentó progresivamente durante los cuatro primeros quinquenios, alcanzando su máximo en el quinquenio 1993-1997. En los quinquenios posteriores desciende alcanzando un IFT de 4,12; 4,14 y 4,45 para los quinquenios 1998-2002; 2003-2007 y 2008-2013 respectivamente. La media o índice global de todo el periodo de estudio (1978-2013) ha sido 4,60 autores por trabajo. La evolución temporal del índice por quinquenios se puede apreciar en la Figura 6.

Tabla 11. Índice de firmas por trabajo y por quinquenio (IFT por quinquenio)

Quinquenios	Nº Firmas por quinquenio	Nº Trabajos por quinquenio	Índice de colaboración por quinquenio
1978-1982	58	20	2,90
1983-1987	165	49	3,37
1988-1992	288	70	4,11
1993-1997	1.145	171	6,69
1998-2002	634	154	4,12
2003-2007	1.014	245	4,14
2008-2013	1.358	305	4,45
TOTAL	4.662	1.014	4,60

Figura 6. Evolución por quinquenio del IFT



Para analizar la distribución quinquenal del número de autores que colaboraron con Avelino Corma se ha elaborado la Tabla 12. Como se aprecia, estas colaboradores crecen quinquenio a quinquenio observándose una ligera disminución en el quinquenio 1998-2002, que pasa de colaborar con 150 autores en el quinquenio anterior 1993-1997, a colaborar con 147 autores en el quinquenio 1998-2002. En los posteriores quinquenios el número de colaboradores siguieron creciendo. El quinquenio 2008-2013 Avelino Corma colaboró con el mayor número de autores (373). El número total de colaboraciones diferentes entre los años 1978 y 2013 ascendió a 1.038 colaboraciones.

Tabla 12. Distribución del número de colaboradores por quinquenio

Quinquenios	Nº de Colaboradores
1978-1982	23
1983-1987	50
1988-1992	82
1993-1997	150
1998-2002	147
2003-2007	213
2008-2013	373

La Tabla 13 muestra el número de autores firmantes por trabajo a lo largo de los quinquenios. La mayor parte de los trabajos vienen firmados por 4 autores, representando un 27,90% (283 trabajos) de la producción total de los trabajos publicados, seguido de los trabajos firmados por 3 autores, los cuales representan un 27,71% (281 trabajos). Es para el quinquenio 2008-2013 donde se registra el mayor número de publicaciones firmadas por 3 y 4 autores, siendo los trabajos firmados 83 y 71 respectivamente. Las publicaciones cuyo número de autores firmantes es superior a 8 o más autores es muy escaso, representando el 0,1% de la producción global de los trabajos para aquellas publicaciones firmadas por 11, 12 y 13 autores. No se encuentran trabajos firmados por más de 14 autores.

Tabla 13. Número de autores firmantes de los trabajos por quinquenio

Autores que firman	1978-1982	1983-1987	1988-1992	1993-1997	1998-2002	2003-2007	2008-2013	Trabajos Totales	%
1 Autores	-	-	1	9	1	4	3	18	1,78%
2 Autores	8	3	6	12	11	26	26	92	9,07%
3 Autores	6	28	13	51	41	59	83	281	27,71%
4 Autores	6	15	26	45	52	68	71	283	27,90%
5 Autores	-	3	14	27	30	40	51	165	16,27%
6 Autores	-	-	8	8	15	33	29	93	9,17%
7 Autores	-	-	2	15	2	11	21	51	5,03%
8 Autores	-	-	-	2	2	2	9	15	1,48%
9 Autores	-	-	-	-	-	2	7	9	0,89%
10 Autores	-	-	-	1	1	-	2	4	0,39%
11 Autores	-	-	-	-	-	-	1	1	0,1%
12 Autores	-	-	-	1	-	-	-	1	0,1%
13 Autores	-	-	-	-	-	-	1	1	0,1%

La Tabla 14 recoge el orden o posición de la firma de los trabajos. Avelino Corma actúa como primer firmante en 369 trabajos (36,39%). Teniendo en cuenta el número de trabajos en colaboración con otros autores, aparece como primer firmante en el 35,24% (n= 351 trabajos), como último firmante en 28,21% (n= 281 trabajos), y en el 36,54% de los trabajos (n= 364), su firma aparece en posiciones intermedias.

Los principales colaboradores de Avelino Corma con más de 20 trabajos firmados en coautoría se recogen en la Tabla 15, con el período en el que cada autor ha publicado con Avelino Corma el primer y el último trabajo, el número de trabajos realizados con Avelino Corma y la institución a la que estaba afiliado cada autor. Como se observa, los máximos colaboradores son Hermenegildo García y Vicente Fornés con 182 y 118 colaboraciones, respectivamente. Señalar que la mayor colaboración se produjo con miembros del Instituto de Tecnología Química (ITQ). (Tabla completa en Anexo I).

Tabla 14. Distribución de la posición u orden de aparición de la firma en los trabajos de Avelino Corma

Nº Autores	1^{er} autor	2º autor	3^{er} autor	4º autor	5º autor	6º autor	7º autor	8º autor	9º autor	11º autor	Total Trabajos
Único autor	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
2 autores	51	41	-	-	-	-	-	-	-	-	92
3 autores	116	64	101	-	-	-	-	-	-	-	281
4 autores	103	76	42	62	-	-	-	-	-	-	283
5 autores	46	51	18	17	33	-	-	-	-	-	165
6 autores	22	17	16	8	11	19	-	-	-	-	93
7 autores	7	9	7	5	6	2	15	-	-	-	51
8 autores	2	-	1	1	1	1	3	6	-	-	15
9 autores	-	1	1	1	-	1	1	1	3	-	9
10 autores	2	-	-	-	-	-	-	1	1	-	4
11 autores	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
12 autores	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
13 autores	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Total	369	259	186	94	51	23	19	8	4	1	1.014

Tabla 15. Principales colaboradores de Avelino Corma (más de 20 trabajos firmados en coautoría), periodo de colaboración, número de colaboraciones e institución

Colaboradores	Período	Trabajos con Corma	Institución
García, Hermenegildo	1985 - 2013	182	Instituto de Tecnología Química
Fornés, Vicente	1983 - 2012	118	Instituto de Tecnología Química
Rey, Fernando	1990 - 2013	86	Instituto de Tecnología Química
Iborra, Sara	1989 - 2013	67	Instituto de Tecnología Química
Sánchez, Felix	1990 - 2013	61	Instituto de Química Orgánica
Boronat, Mercedes	1996 - 2013	59	Instituto de Tecnología Química
Iglesias, Marta	1987 - 2013	59	Instituto de Ciencia de los Materiales de Madrid
Valencia, Susana	1994 - 2013	53	Instituto de Tecnología Química
Martínez, A	1988 - 2005	52	Instituto de Tecnología Química
Sastre, Germán	1992 - 2013	51	Instituto de Tecnología Química
Primo, Jaime	1988 - 2013	45	Instituto Agroforestal Mediterráneo
Climent, María José	1989 - 2013	44	Instituto de Tecnología Química
Leyva Pérez, Antonio	2002 - 2013	42	Instituto de Tecnología Química
Díaz Cabanas, M ^a José	1996 - 2013	39	Instituto de Tecnología Química
Pérez Pariente, J	1984 - 2006	38	Instituto de Catálisis y Petroquímica
Sabater, María José	1993 - 2013	34	Instituto de Tecnología Química
Moliner, Manuel	2005 - 2013	33	Instituto de Tecnología Química
Concepción, Patricia	1996 - 2013	32	Instituto de Tecnología Química
Renz, Michael	1996 - 2013	32	Instituto de Tecnología Química
Camblor, Miguel A	1989 - 1999	30	Instituto de Ciencia de los Materiales de Madrid
Martínez, Cristina	1994 - 2013	30	Instituto de Tecnología Química
Navarro, María Teresa	1993 - 2012	30	Instituto de Tecnología Química
Díaz, Urbano	1999 - 2013	26	Instituto de Tecnología Química
Orchilles, AV	1984 - 2001	26	Universidad de Valencia
Viruela, Pedro M	1993 - 2006	24	Universidad de Valencia
Blasco, Teresa	1993 - 2013	23	Instituto de Tecnología Química
Jordá, José Luís	1998 - 2013	23	Instituto de Tecnología Química
Serna, Pedro	2005 - 2013	23	Instituto de Tecnología Química
Palomares, Antonio E	1994 - 2012	21	Instituto de Tecnología Química
Serra, Jose Manuel	2002 - 2009	20	Instituto de Tecnología Química
Velty, Alexandra	2000 - 2013	20	Instituto de Tecnología Química

Tabla completa en Anexo I

A continuación se muestran las redes de colaboradores de autores de Avelino Corma durante los siguientes períodos de tiempo: 1978-1987; 1988-1997 y 1998-2013.

Para estas redes de autores, el grosor de los vértices representa el total de artículos por autor en el estudio. El grosor de las líneas viene determinado por la cantidad de veces que participan en un artículo en común.

La Figura 7 muestra la red de colaboradores de Avelino Corma a lo largo del período 1978-1987. Los principales colaboradores en este período fueron: Fornés Vicente; Wojciechowski, Bw; Montón, Jb y Tomás F. En esta etapa colaboró con 63 autores diferentes. Para la realización de esta red no se ha aplicado ningún umbral, ya que el número de agentes que participan en ella no es muy elevado.

La red de colaboradores de Avelino Corma a lo largo del período 1988-1997 se aprecia en la Figura 8. En esta etapa sus principales colaboradores fueron: Fornés, Vicente; Martínez, A y García Hermenegildo. Durante este tiempo colaboró con 98 autores diferentes. Para la representación de esta red se ha aplicado un umbral de igual o mayor a dos colaboraciones en común, ya que el número de agentes que participan en este período es elevado y hace imposible una buena visualización. La red de colaboradores de Avelino Corma con la aplicación de este umbral se presenta en la Figura 9.

Por último, la Figura 10 muestra la red de colaboradores en el período 1998-2013. Es en esta red dónde se observa una mayor expansión de la red de colaboradores, siendo los más importantes: García Hermenegildo; Rey Fernando; Iborra Sara; Fornés, Vicente y Boronat Mercedes. A lo largo de este período colaboró con 99 autores diferentes. En esta red se ha utilizado un umbral de igual o mayor a 5 colaboraciones en común, para una buena visualización de la red. La red de colaboradores de Avelino Corma con la aplicación de este umbral se presenta en la Figura 11.

Como se observa a medida que transcurren los diferentes periodos la red de colaboración de Avelino Corma se va ampliando.

Figura 7. Red de colaboración de autores en el período 1978-1987.

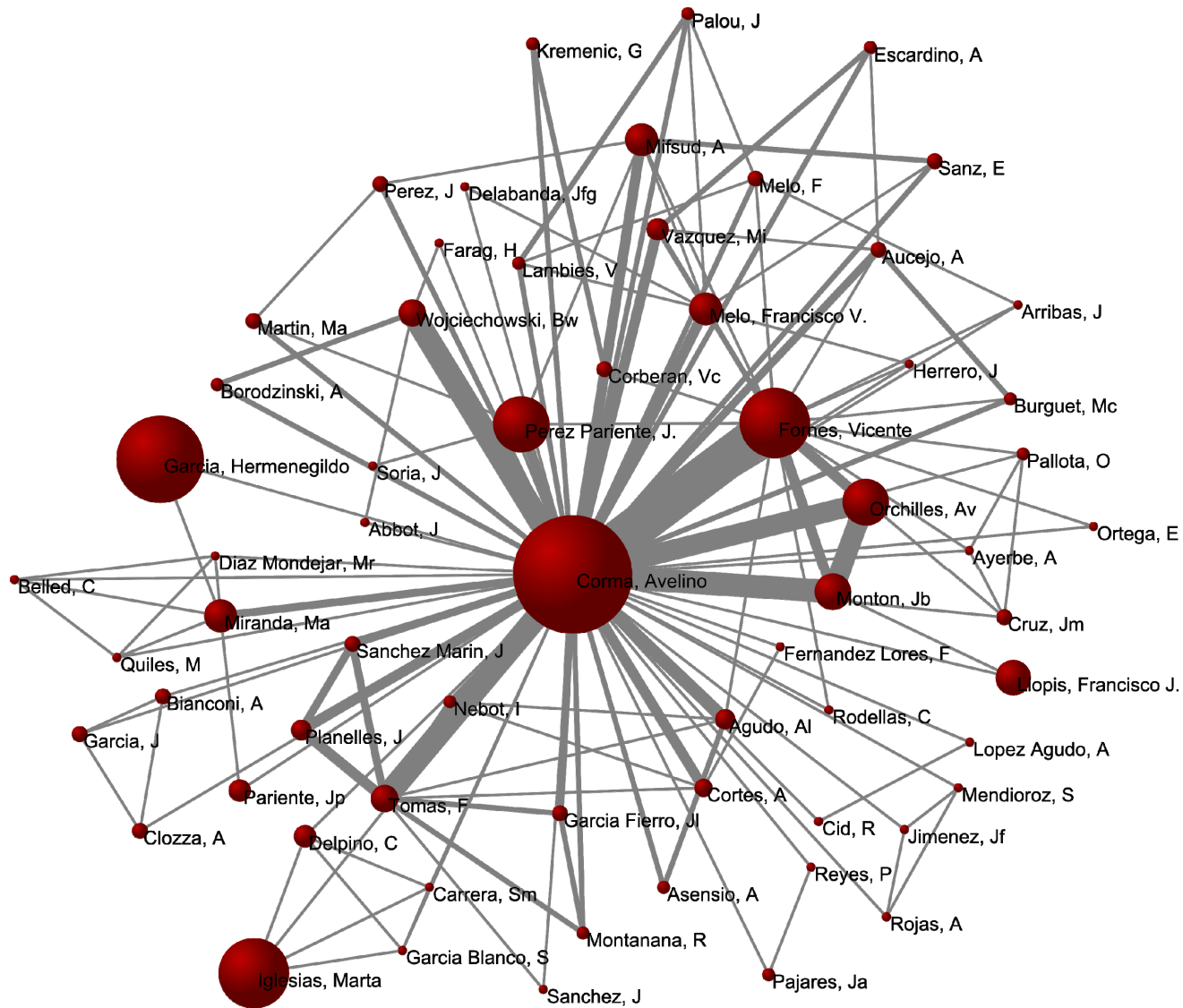


Figura 8. Red de colaboración de autores en el período 1988-1997.

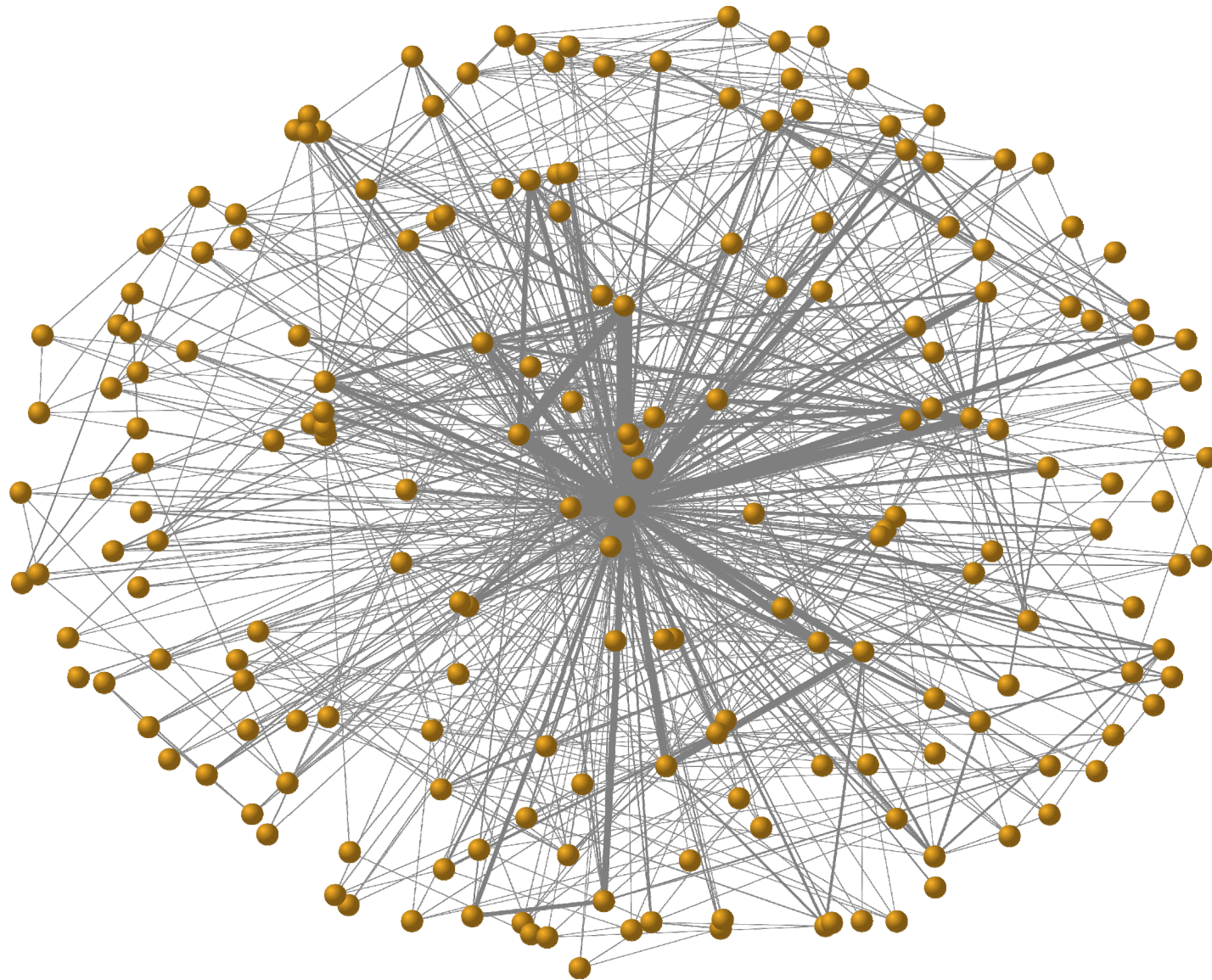


Figura 10. Red de colaboradores de autores en el período 1998-2013

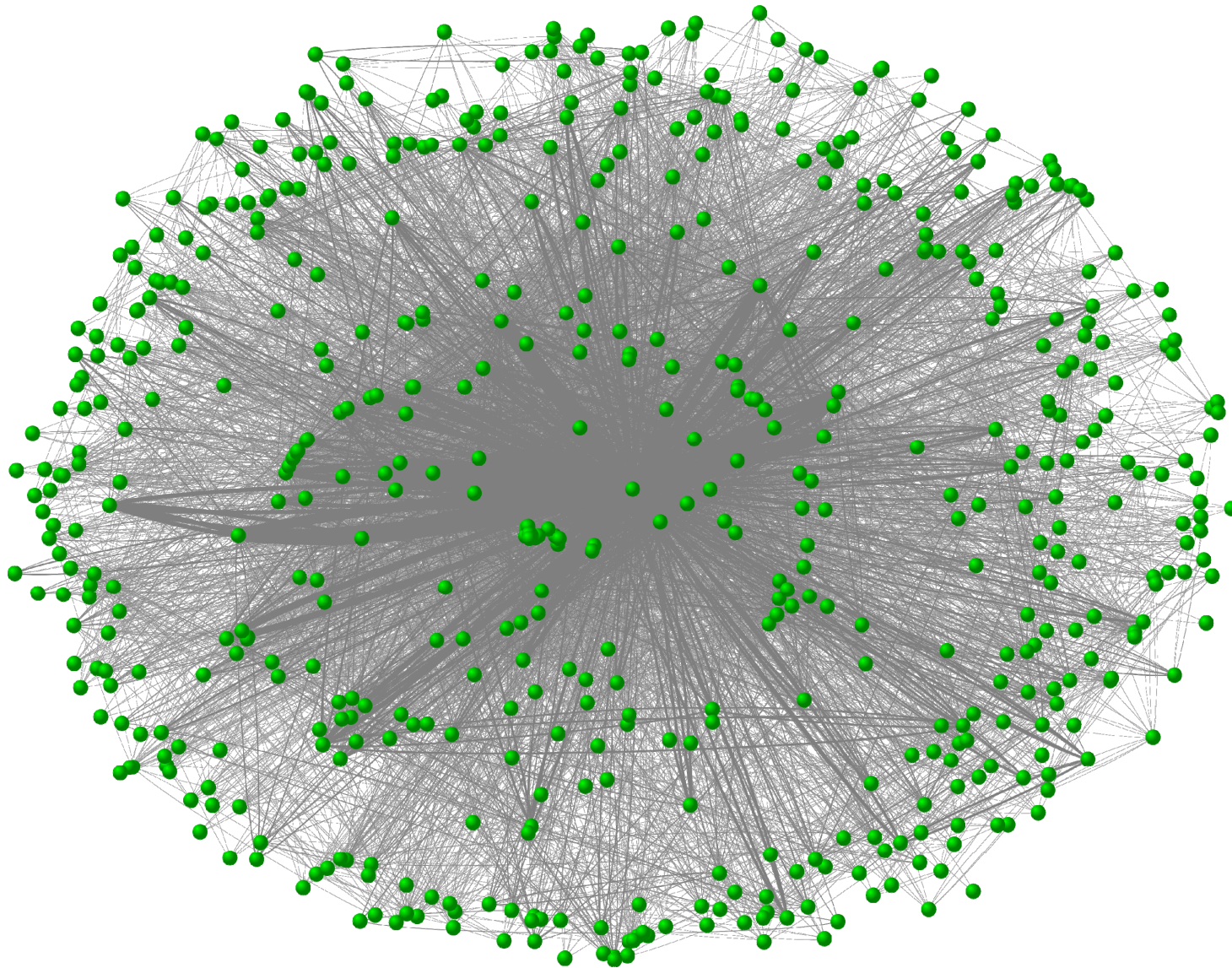
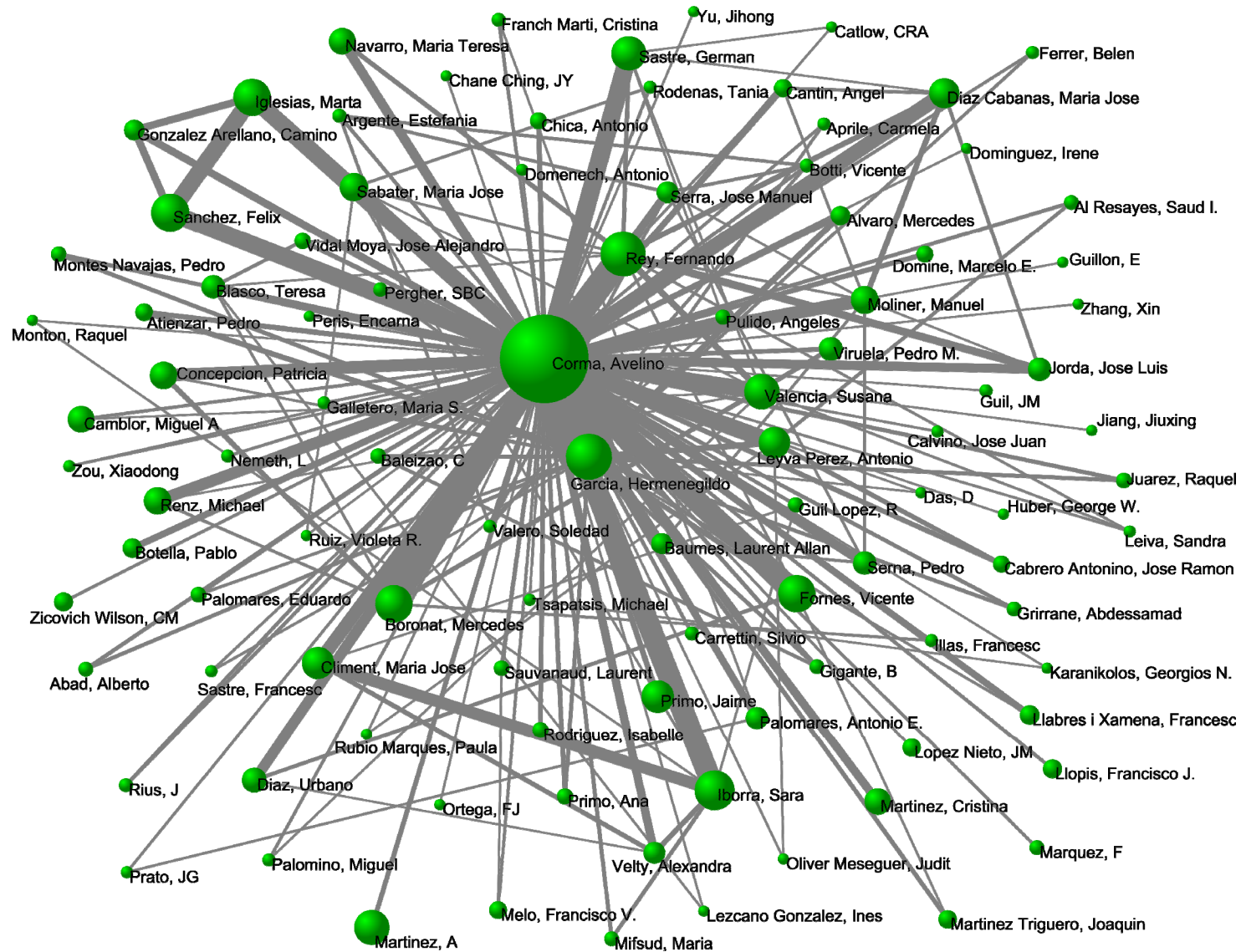


Figura 11 Red de colaboración de autores en el período 1998-2013(umbral igual o mayor a 5 colaboraciones en común)



La Tabla 16 muestra la distribución de las firmas institucionales de los trabajos de Avelino Corma. El análisis de las instituciones ha permitido identificar 231 instituciones diferentes, en la Tabla 10 sólo se han recogido aquellas que han presentado más de 7 trabajos (28 instituciones). La mayor productividad corresponde al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), con 927 trabajos, seguido del Instituto de Tecnología Química (ITQ), con 899 trabajos y la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), con 867 trabajos. El resto de instituciones aparecidas en el análisis, 203, presentan un número de trabajos inferior a 7.

Tabla 16. Distribución de las firmas institucionales con más de 7 trabajos firmados por Corma

Institución	País	Trabajos
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)	España	917
Instituto de Tecnología Química (ITQ)	España	899
Universidad Politécnica de Valencia	España	867
Instituto de Catálisis y Petroleoquímica (ICP)	España	110
Universidad de Valencia	España	102
Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM)	España	74
Instituto de Química Orgánica General (IQOG)	España	61
Instituto de Química Física Rocasolano (IQFR)	España	22
University College London	Reino Unido	13
Universidad de Barcelona	España	12
Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação	Portugal	11
Davy Faraday Research Laboratory	Reino Unido	10
Universidad Complutense de Madrid	España	10
Universidad de Zaragoza	España	10
University of Würzburg	Alemania	10
Instituto de Ciencia Materiales de Barcelona (ICMB)	España	9
King Saud University (KSU)	Arabia Saudí	9
Queens University	Canadá	9
Universidad de Cádiz	España	9
College of Chemistry	China	7
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales	España	7
Institut Français du Pétrole (IFP)	Francia	7
Jilin University (JLU)	China	7
Rhodia	Francia	7
Shell Research and Technology Centre Amsterdam (STCA)	Holanda	7
Stockholm University	Suecia	7
Universal Oil Products (UOP)	EE.UU	7
University of Minnesota	EE.UU	7

Tabla completa en Anexo II

A continuación se muestran las redes de colaboración de instituciones durante los siguientes períodos de tiempo: 1978-1987; 1988-1997 y 1998-2013.

Para estas redes de instituciones, el grosor de las líneas representa en número de veces que dos agentes colaboran entre sí. El grosor de los vértices viene determinado por el total de conexiones directas diferentes con otros agentes.

La Figura 12 muestra la red de colaboración de instituciones de Avelino Corma a lo largo del período 1978-1987. Las colaboraciones más intensas se establecieron entre el Instituto de Catálisis y Petroleoquímica (CSIC), afiliación institucional del autor en este período, con la Universidad de Valencia y el Instituto de Química Física Rocasolano. En esta etapa colaboró con 11 instituciones diferentes. Para la confección de esta red no se ha aplicado ningún umbral, ya que las instituciones que participan en este periodo no son muy cuantiosas.

La Figura 13 muestra la red de colaboración de instituciones de Avelino Corma a lo largo del período 1988-1997. Las principales colaboraciones en este período fueron entre el Instituto de Tecnología Química (ITQ), afiliación institucional del autor en esta etapa, con la Universidad de Valencia, el Instituto de Ciencias de los Materiales de Madrid (CSIC) y el Instituto de Química Orgánica General (CSIC). En esta etapa colaboró con 32 instituciones diferentes. Para la realización de esta red se ha aplicado un umbral de igual o más a dos colaboraciones en común para una mejor visualización de la red.

Por último, la red de colaboración de instituciones en el período 1998-2013, se muestra en la Figura 14. Es en esta red donde se observa una mayor expansión de la red de colaboraciones entre instituciones, siendo las colaboraciones más importantes del Instituto de Tecnología Química las que establece con las siguientes instituciones: Instituto de Química Orgánica General (CSIC), Instituto de Ciencia de los Materiales de Madrid (CSIC) y la Universidad de Valencia. En esta etapa colaboró con 41 instituciones diferentes. Para la ejecución de esta red se ha empleado un umbral de igual o más de cuatro colaboraciones en común para una buena visualización de la red.

Figura 12. Red de colaboración de instituciones en el periodo 1978-1987

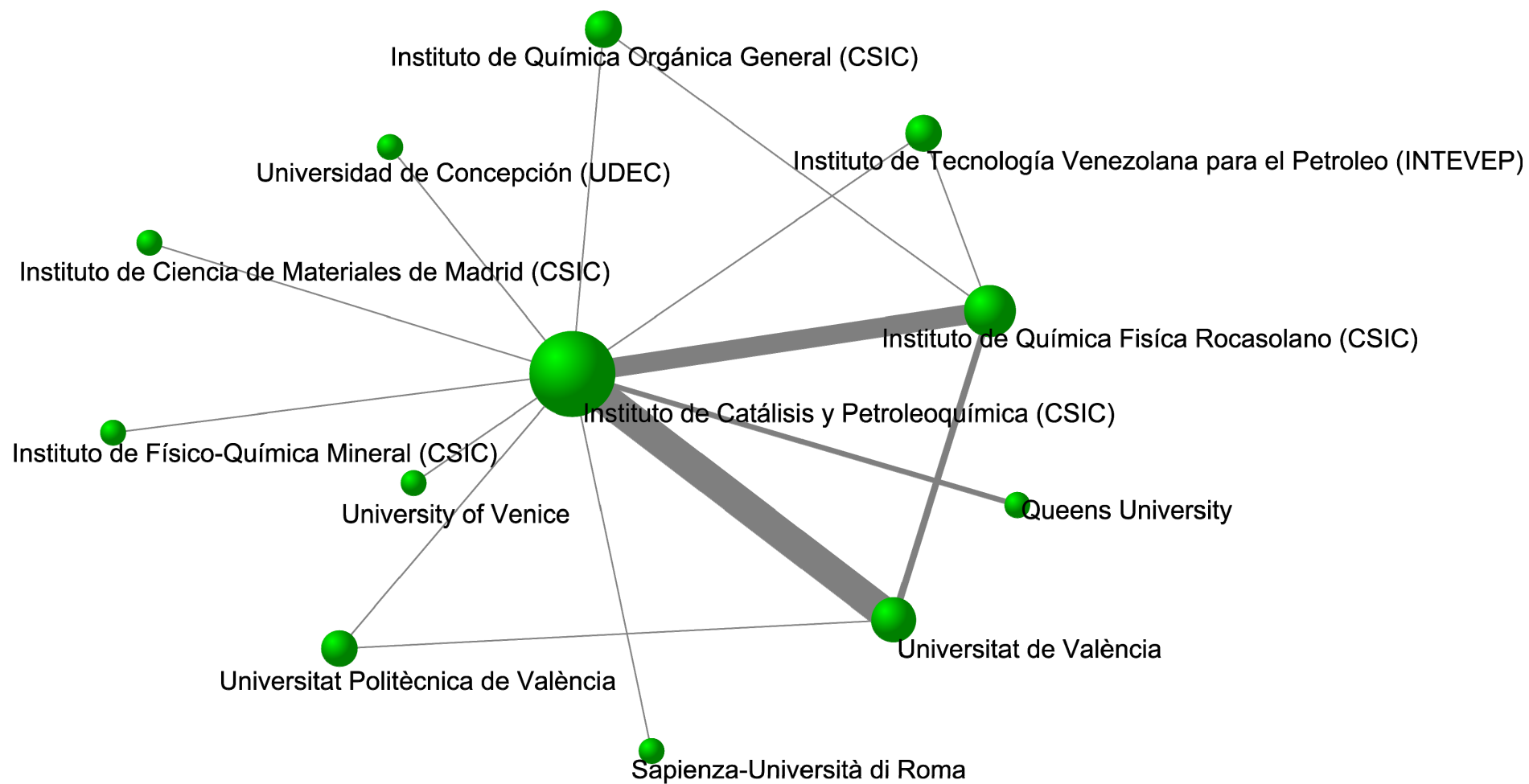


Figura 13. Red de colaboración de instituciones en el período 1988-1997 (umbral igual o mayor a 2 colaboraciones en común)

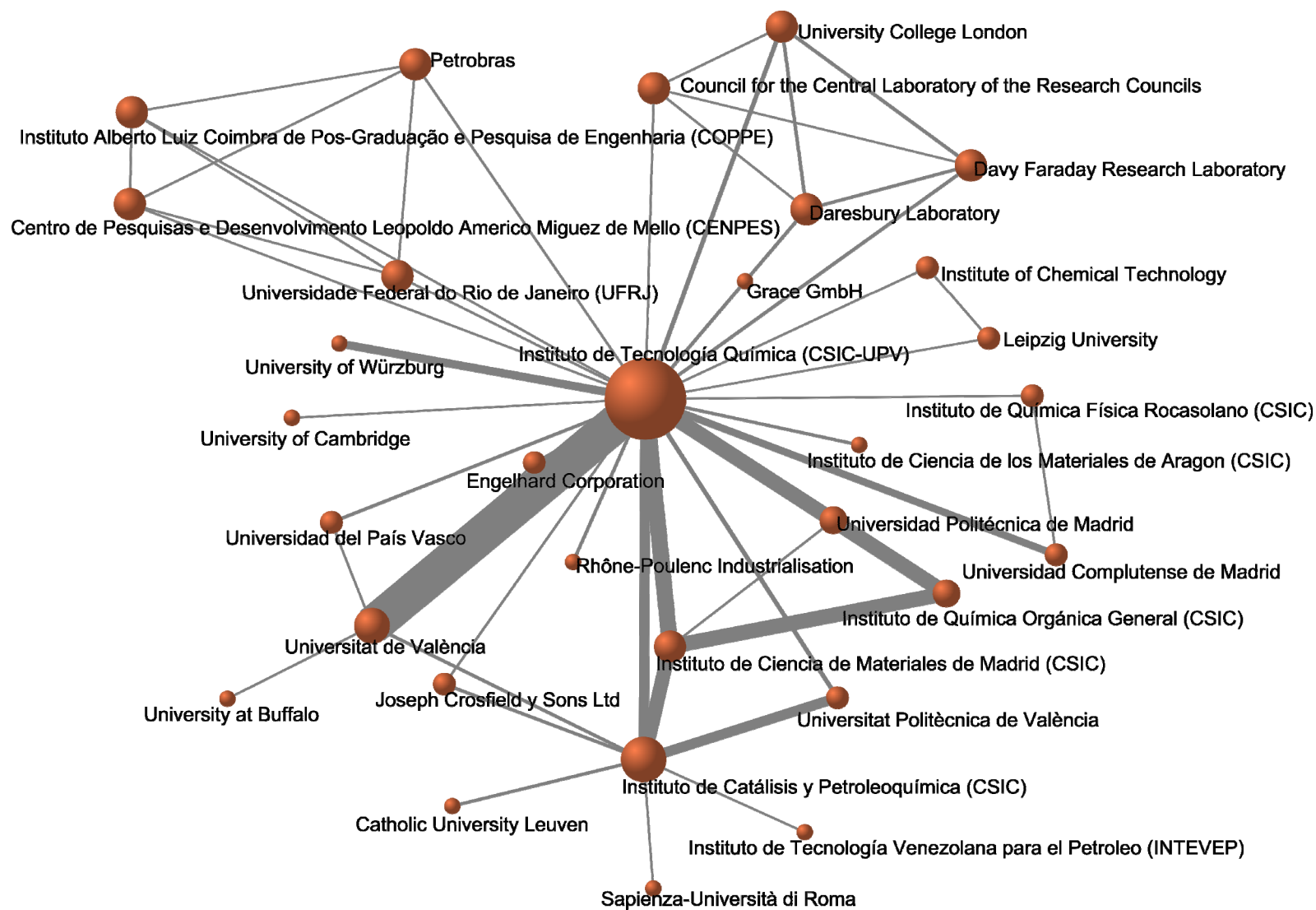
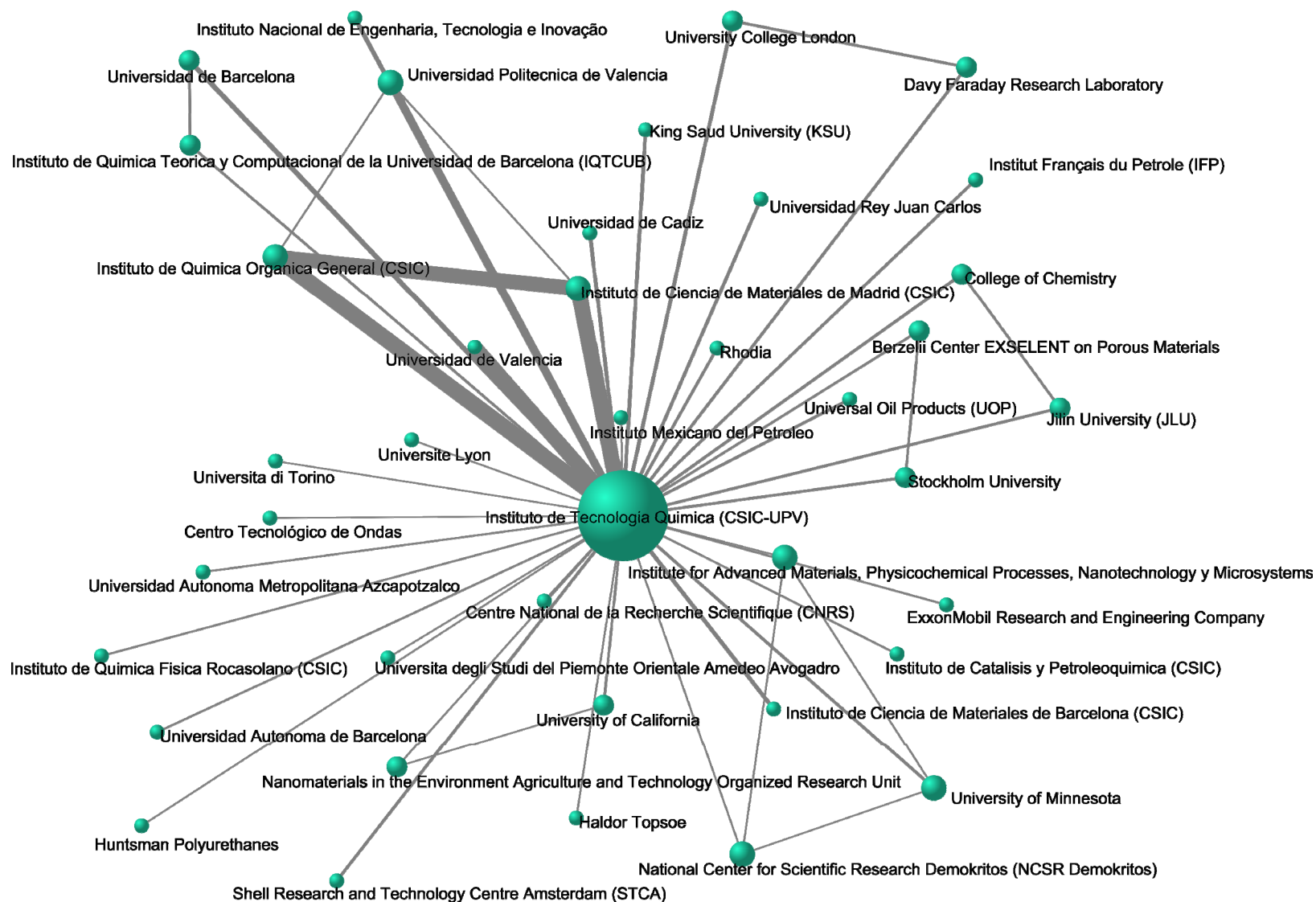


Figura 14. Red de colaboración de instituciones en el periodo 1998-2013(umbral igual o mayor a 4 colaboraciones en común)



Respecto a las redes de colaboración entre los países con los que colaboró Avelino Corma, en las Figura 15 se puede observar las redes de colaboración entre países para los periodos: 1978-1987 y 1988-1997. Como se muestra en la Figura 15 entre los años 1978-1987 colaboró con 4 países diferentes (Canadá, Venezuela, Italia y Chile), estableciendo las redes de participación más intensas con Venezuela (18 colaboraciones) y Canadá (16 colaboraciones), país donde realizó su Doctorado. Entre los años 1988-1997, su red de colaboración se extendió a otros países, colaboró con 13 países diferentes, estableciendo las conexiones más intensas con Reino Unido (893 colaboraciones), Brasil (200 colaboraciones), EE.UU (133 colaboraciones) y Alemania (130 colaboraciones).

Por último, la Figura 16, muestra las redes de colaboración entre países entre los años 1998-2013. A lo largo de este periodo colaboró con 27 países diferentes, estableciendo las colaboraciones más intensas con Reino Unido (1949 colaboraciones), Francia (841 colaboraciones), EE.UU (835 colaboraciones) y México (726 colaboraciones).

A lo largo de todo el periodo de estudio, 1978-2013, colaboró con 30 países diferentes.

Figura 15. Red de colaboración de países en los periodos 1978-1987 y 1988-1997

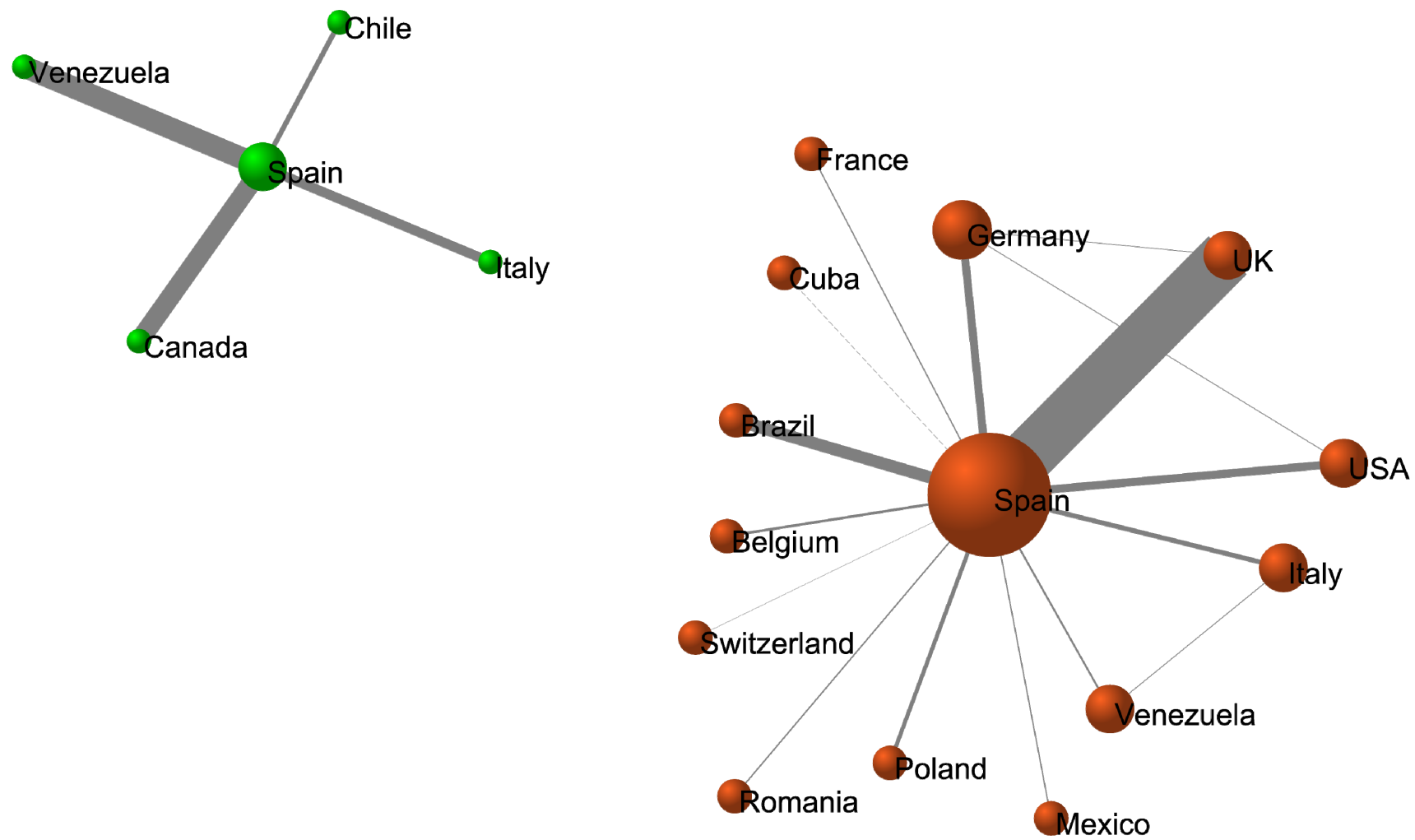
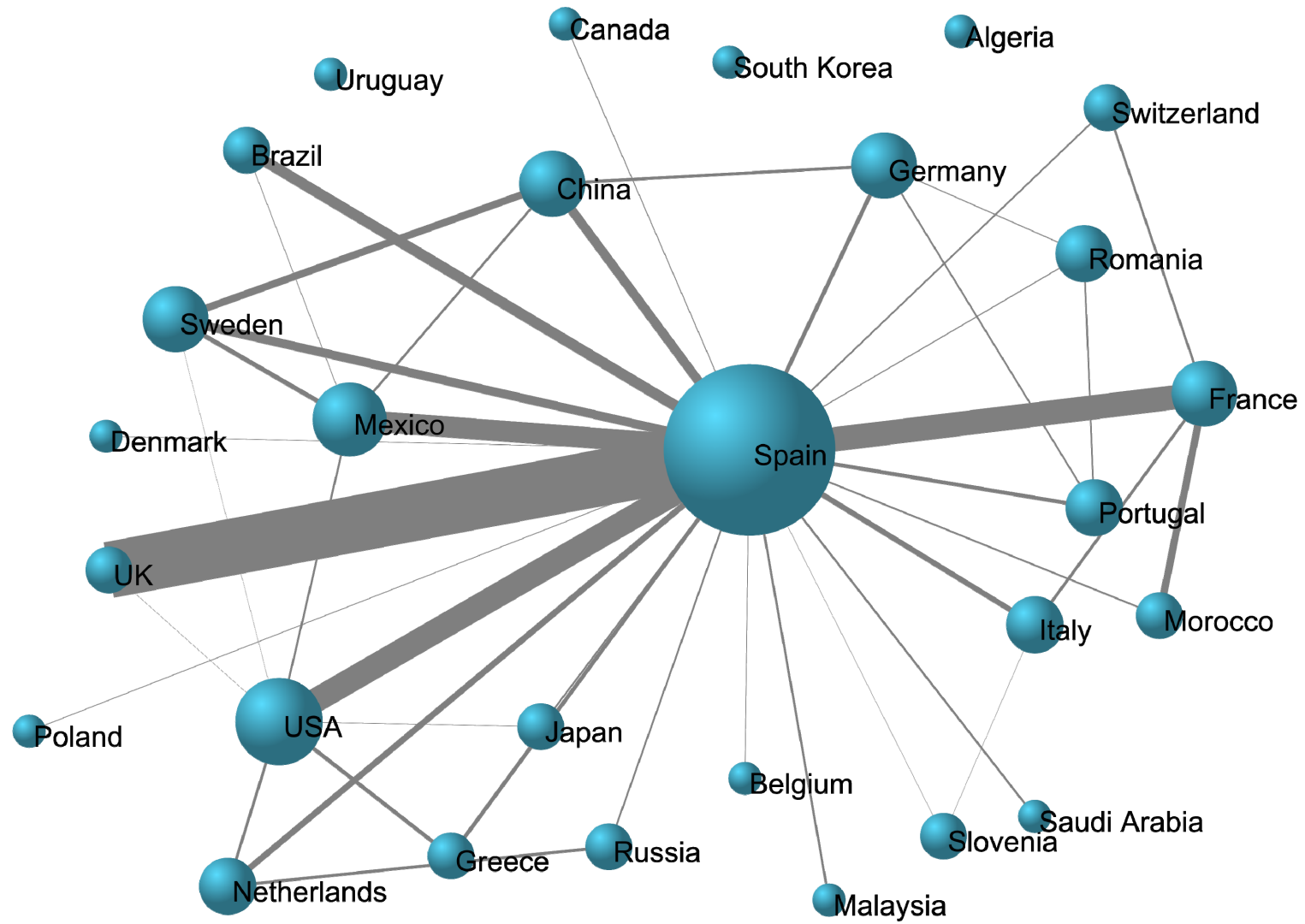


Figura 16. Red de colaboración entre países en el período 1998-2013



5. CONCLUSIONES

El estudio realizado ha permitido identificar la productividad científica de Avelino Corma empleando la Bibliometría como método científico de análisis de las publicaciones y como técnica de evaluación para valorar el rendimiento del autor.

Se han llegado a las siguientes conclusiones:

1. Avelino Corma es uno de los científicos españoles de mayor impacto internacional. Se encuentra entre los primeros puestos de los químicos más citados del mundo en el área de la Química. En 1990 fundó el Instituto de Tecnología Química, centro mixto de investigación del CSIC y de la UPV. El Instituto de Tecnología Química se ha convertido en la actualidad en un centro de referencia en la catálisis química.
2. El número de publicaciones objeto de este estudio asciende a 1.014 registros, entre los cuales se encuentran: *Articles*, *Reviews*, *Notes*, *Editorial Material* y *Letters*. El 93,86% de esta producción corresponde a la publicación de *Articles*.
3. En el último quinquenio 2008-2013, alcanza una mayor productividad investigadora, representando el 30,08% (305 publicaciones).
4. La mayor parte de sus investigaciones se han publicado en inglés, lo que ha facilitado su difusión y conocimiento, ya que el inglés es el idioma internacional de la Ciencia. Además, la mayor parte de las revistas científicas más prestigiosas en el área Química solo aceptan publicaciones en inglés.
5. Las áreas dentro de la Química donde más ha publicado son la Química-Física, la Ingeniería Química y la Ciencia de los Materiales. Es importante señalar, la relación existente entre estas áreas ya que el objetivo de la Química-Física es profundizar en el conocimiento de las reacciones y sus mecanismos, mientras que de la Ingeniería Química y la Ciencia de los Materiales está orientada a cómo sacar provecho de ese conocimiento para poder aplicarlo y a su vez desarrollarlo en nuevos procesos industriales. Esto explica la importante conexión y aplicación de los hallazgos de las investigaciones de Avelino Corma, al mundo empresarial y al hecho de haber sido autor de patentes de uso comercial, poniendo especial énfasis en la aplicación de la ciencia y la investigación al servicio de las empresas. Además, la Química es una ciencia transversal con un ámbito de aplicación amplísimo que sustenta campos tan diversos como la biomedicina, la obtención de Energía, la biología, etc., hecho que ha puesto de manifiesto la gran cantidad de áreas en las que ha publicado sus trabajos.

6. Respecto a las citas, el total de citas recibidas durante el período 1978-2013 asciende a 53.285 citas, siendo el año 1997, año en que más citas obtuvo (5.330 citas). Es en este año, 1997, cuando publicó su trabajo “*From microporous to mesoporous molecular sieve materials and their use in catalysis*”, artículo de revisión (*review*), que es el más citado de toda su producción científica hasta el momento, con 3.292 citas. Esto hace que sea el año 1997 el que reciba la mayor cota de citación en la trayectoria investigadora de Avelino Corma. Respecto al análisis de las citas por quinquenio, es el quinquenio 1993-1997, aquel donde obtiene el mayor valor: 16.002 citas. En este quinquenio está incluido el trabajo más citado de toda su producción científica.

7. Ha publicado 18 trabajos con más de 300 citas y 4 de estos trabajos recibieron más de 1.000 citas. Estos últimos, son los que alcanzan las mayores cotas de citación (*hot papers*) y corresponden a artículos de revisión (*reviews*). Son trabajos altamente citados, ya que sirven como referencia y examinan la bibliografía publicada anteriormente sobre un área determinada, situándola en perspectiva respecto a la rama de conocimiento a la que pertenece. Ofrecen una evaluación crítica de todos los trabajos publicados sobre la materia hasta el momento, y tienen un alcance mayor que otro tipo de trabajos, ya que constituyen una de las mejores maneras de estar al día en el área de interés. Por orden decreciente, las cotas de citación obtenidas por los cuatro trabajos que han recibido más de 1.000 citas son: 3.292 citas; 1.716 citas; 1.699 citas y 1.152 citas, respectivamente. Los dos primeros documentos presentan como único autor a Avelino Corma. Además, estos 4 artículos de revisión fueron escritos en la revista *Chemical Reviews*, una de las más prestigiosas revistas científicas en el área de la Química, incluida en las revistas del primer cuartil del año 2012.

8. Su índice de Hirsch es 107, por lo que Avelino Corma es uno de los científicos con mayor índice de Hirsch.

9. Ha publicado sus trabajos en las revistas científicas del área de la Química de mayor prestigio internacional, como *Journal of Catalysis* (173 trabajos), *Applied Catalysis A General* (68 trabajos) y *Chemical Communications* (60 trabajos).

10. El porcentaje total de trabajos publicados en revistas del primer cuartil asciende al 50,08% de su producción total. Es en la revista *Journal of Catalysis* donde ha publicado en todos los quinquenios objeto de estudio. Las publicaciones en esta revista siguen una tendencia ascendente a lo largo de los quinquenios, alcanzando los 173 trabajos publicados, lo que representa 17,06% del volumen de sus publicaciones totales.

11. Respecto a los trabajos publicados en revistas top-3, éstos representan el 4,84%. Las revistas que más publican son: *Advanced Synthesis Catalysis*, *Chemical Reviews* y *Nature*. Es para el quinquenio 1993-1997 donde aparecen las primeras publicaciones en las revistas top-3 del 2012. En el último quinquenio recoge el mayor número de trabajos publicados en revistas top-3, publicando en 10 de las 12 revistas consideradas top-3.

12. Las publicaciones de Avelino Corma desde el Instituto de Tecnología Química han recibido 49.503 citas.

13. En el período de estudio, Avelino Corma ha realizado colaboraciones con 1.038 autores. La mayor parte de sus trabajos están publicados entre 3 y 4 autores. Sus principales colaboradores pertenecen al Instituto de tecnología Química (ITQ) siendo éstos: Hermenegildo García, Vicente Fornés y Fernando Rey aquellos que han realizado mayor número de trabajos con Avelino Corma; 182 trabajos; 118 trabajos y 86 trabajos respectivamente. Avelino Corma ha publicado 18 trabajos en solitario, siendo dos de estos trabajos los más citados de su trayectoria investigadora.

14. Para las redes colaboración de autores, estas se han realizado en tres períodos diferentes: 1978-1987; 1988-1997 y 1998-2013. Para el primer periodo, la red de colaboraciones con otros autores no es muy extensa y colaboró con 63 autores diferentes. Respecto a la cantidad de veces que participan en un artículo en común, las principales colaboraciones las realiza con: Fornés, Vicente; Wojciechowski, Bw; Montón, Jb y Tomás, F. Para el período comprendido entre 1988-1997, colaboró con 98 autores diferentes, siendo aquellos con los que establece mayores colaboraciones los siguientes: Fornés, Vicente; Martínez, A; García, Hermenegildo. Para el último período comprendido entre 1998-2013, colaboró con 99 autores, estableciendo sus principales conexiones con los siguientes autores: García, Hermenegildo; Rey, Fernando; Iborra, Sara y Fornés, Vicente.

15. Para las redes de colaboración entre instituciones se han estudiado los siguientes períodos: 1978-1987; 1988-1997 y 1998-2013. Para el primer período, comprendido entre 1978-1987 colaboró con 11 instituciones diferentes, estableciendo las colaboraciones más intensas (número de veces que el Instituto de Catálisis y Petroleoquímica (CSIC), afiliación institucional del autor en este período), con las siguientes instituciones: Universidad de Valencia e Instituto de Química Física Rocasolano. Para el período comprendido entre 1988-1997, colaboró con 32 instituciones diferentes estableciendo las principales relaciones de colaboración con las siguientes instituciones: Universidad de Valencia; Instituto de Ciencia de los Materiales de Madrid e Instituto de Química Orgánica General. Para el último periodo, comprendido entre 1998-2013, colabora con 41 instituciones diferentes estableciendo las colaboraciones más intensas con las siguientes instituciones: Instituto de Química Orgánica General; Instituto de Ciencia de los Materiales de Madrid y la Universidad de Valencia.

16. Respecto las redes de colaboración entre países, para el primer período colaboró con 4 países diferentes, estableciendo las relaciones de colaboración más intensas con Venezuela y Canadá, país en el que realizó su doctorado en la Queen's University. Para el período 1988-1997, colaboró con 13 países diferentes, siendo aquellos con los que estableció más conexiones Reino Unido y Brasil. Para el último período, 1998-2013, colaboró con 27 países diferentes, siendo los más importantes respecto al número de colaboraciones realizadas: Reino Unido, Francia, EE.UU y México.

17. Por último, la trayectoria académica e investigadora de Avelino Corma pone manifiesto su gran impacto internacional en el área de la Química; sus publicaciones sobre investigación científica y tecnológica así como su sentido práctico de la investigación al servicio de las empresas y el desarrollo de nuevos procesos industriales aplicados a la industria, permite situarle como uno de los químicos más prestigiosos del mundo, reconocimiento que le ha llevado a que su nombre figure como uno de los candidatos al premio Nobel de Química. En caso de que este reconocimiento le fuera otorgado, Avelino Corma se convertiría en el noveno español en obtener el preciado premio Nobel a lo largo de sus más de 100 años de historia, y el primero en obtener este galardón en el área de la Química.

18. Futuras investigaciones podrían analizar la actividad investigadora de Avelino Corma en años posteriores y su comparación con los períodos precedentes, así como la evolución de sus líneas de investigación y la consolidación de su red de colaboradores. Por otra parte, sería interesante el análisis de las patentes de este autor y su relación con la producción e impacto científico y con otros indicadores socioeconómicos.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Aleixandre-Benavent, R., Valderrama, J. C., Castellano, M., Simó, R. y Navarro-Molina, C. (2004). Factor de impacto nacional e internacional de Actas Españolas de Psiquiatría. *Actas Españolas de Psiquiatría*, 32(6), 329-332.
- Aleixandre-Benavent, R., Valderrama- Zurrián, JC., González- Alcaide, G. (2007). El factor de impacto de las revistas científicas: limitaciones e indicadores alternativos. *El profesional de la información*, 16(1), 4- 11.
- Aleixandre-Benavent, R., Ayala-Gascón, M., Gandía-Balaguer, A., Moreno-Gálvez, A., Navarro-Moreno, M. A. y Planes-Ferrer, D. (2011). *Eduardo Primo Yúfera. Un adalid de la ciencia. Vida y producción científica*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia y Universidad Católica de Valencia.
- Alfonso, F., Bermejo, J. y Segovia, J. (2005). Impactología, impactitis, impactoterapia. *Revista Española de Cardiología*, 58(10): 1239-1245.
- Ayala-Gascón, M., Aleixandre-Benavent, R., Gandía-Balaguer, A. (2012). Indicadores de actividad científica en investigadores singulares: Perfil bibliométrico de Eduardo Primo Yúfera, expresidente del CSIC. *Revista Española de Documentación Científica*, 35(2), 209- 237.
- Ayala-Gascón, M. (2013). *Eduardo Primo Yúfera: un estudio bio-bibliométrico*. [Tesis doctoral]. Valencia: Universidad Católica de Valencia.
- Ayala-Gascón, A., Aleixandre Benavent, R. (2013). Estudio bio-bibliométrico de Felipe María Garín Ortiz de Taranco. En Blasco Gil, Y., Peset, F. Felipe María Garín Ortiz de Taranco: trayectoria académica, social y científica (pp. 129-165). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia y Universidad Católica de Valencia.
- Batagelj, V., Mrvar, A. (2013). Pajek (version 3.00): program for Large Network Analysis. Slovenia: University of Ljubljana. Available at: <http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/>. [Accessed January 2014].
- Bayo, I. (2011) Entrevista. *Química e Industria*, 594, 14- 17.

- Bellavista, J., Guardiola, E., Méndez, A. y Bordons, M. (1997). *Evaluación de la Investigación*. Cuadernos Metodológicos del CIS 23. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.

- Bhaduri, S. y Mukesh D. (2000). *Homogeneous Catalysis: Mechanisms and Industrial Applications*. New York: Wiley.

- Bordons, M., Gómez, I., Fernández, M. T., Zulueta, M. A. y Méndez, A. (1996). Local, domestic and international scientific collaboration in biomedical research. *Scientometrics*, 37(2), 279-295.

- Bordons, M. y Zulueta, M. (1999). Evaluación de la actividad científica a través de indicadores bibliométricos. *Revista Española de Cardiología*, 52, 790-800.

- Bordons, M. y Gómez, I. (2000). Collaboration networks in Science. En B. Cronin (Ed.). *The web of Knowledge: A festschrift in honour of Eugene Garfield* (pp. 197-209). Canadá: American Society for Information Science.

- Bordons, M. (2004). Hacia el reconocimiento internacional de las publicaciones científicas españolas. *Revista Española de Cardiología*, 57(9), 799-802.

- Castro Martínez, E. y Fernández de Lucio, I. (2007). Iniciativas Institucionales en la creación de estructuras científicas: el Instituto de Tecnología Química. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*. 727, 803-819.

- Gómez Martín, J. M. (2001). *Síntesis, Caracterización y aplicaciones catalíticas de zeolitas básicas*. [Tesis doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

- González-Alcaide, G., Valderrama Zurián, J. C., Navarro Molina, C., Alonso Arroyo, A., Bolaños Pizarro, M. y Aleixandre-Benavent, R. (2006). Redes de coautoría y colaboración de las instituciones españolas en la producción científica sobre drogodependencias en biomedicina 1999-2004. *Trastornos Adictivos*, 8 (2), 78-114.

- González-Alcaide, G., Alonso-Arroyo, A., González de Dios, J., Sempere, A., Valderrama-Zurián, J. C., y Aleixandre-Benavent, R. (2008). Redes de coautoría y colaboración institucional en Revista de Neurología. *Revista de Neurología*, 46(11), 642-651.

- Grupo Scimago. El índice h de Hirsch: aportaciones a un debate. (2006). *El profesional de la información*, 15(4), 304-306.

- Guerrero Ruiz, A.R. (2008). Premio Nobel de Química. *Revista 100cias@uned, nueva época (1)*, 162-168.

- *Indicadores Bibliométricos de la Actividad Científica Española (1990-2004)*. (2004). Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.

- Jiménez Fernández, I. (2013). *La actividad científica en odontología: análisis de las tres últimas décadas a través de la Web of Science*. [Tesis doctoral]. Granada: Universidad de Granada.

- López Piñero, J. M., Terrada, M. L., Aleixandre, R., Valderrama, J. C., González, G., y Navarro, C. (2008). *Santiago Grisolia. Recuerdos*. Valencia: Consell Valencià de Cultura.

- Maltrás, B. (2003). *Los indicadores bibliométricos. Fundamentos y aplicación al análisis de la ciencia*. Gijón: Trea.

- Molina, J. L. (2001). *Análisis de Redes Sociales: una introducción*. Barcelona: Bellaterra.

- Porrás-Chavarino, A. (2004). El factor de impacto: utilidad y limitaciones. *Investigación Clínica Farmacéutica*, 1(2), 23-25.

- Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics?. *Journal of Documentation*, 25, 348-349.

- The Royal Society of Chemistry. (2013). Interview with Avelino Corma. *Chemical Communications*, 49, 3923- 3924. DOI: 10.1039/ c3cc90015k.

- Valderrama, J.C., Castellano, M., Meléndez, S., Navarro, C., Miguel, A. y Aleixandre, R. (2004). Factor de impacto nacional e internacional de Revista Española de Cardiología. *Revista Española de Cardiología*, 57(12), 1241-1244.

- Zulueta, M. A. (2002). Bibliometría y métodos bibliométricos. En J. López Yepes (Coord), *Manual de Ciencias de la Documentación*, (pp. 117-136). Madrid: Pirámide.

Webgrafia

- www.avelinocorma.es
- www.itq.com
- <http://www.agenciasinc.es/Entrevistas/Si-vivimos-mas-y-mejor-en-gran-parte-es-por-los-avances-quimicos>
- http://www.ae-info.org/ae/User/Corma_Avelino/CV
- www.accesowok.fecyt.es

7. ANEXOS

Anexo I: *Principales colaboradores de Avelino Corma, periodo de colaboración y número de colaboraciones*

Colaboradores	Período	Trabajos con Corma
García, Hermenegildo	1985 – 2013	182
Fornés, Vicente	1983 – 2012	118
Rey, Fernando	1990 – 2013	86
Iborra, Sara	1989 – 2013	67
Sánchez, Felix	1990 – 2013	61
Boronat, Mercedes	1996 – 2013	59
Iglesias, Marta	1987 – 2013	59
Valencia, Susana	1994 – 2013	53
Martínez, A	1988 – 2005	52
Sastre, German	1992 – 2013	51
Primo, Jaime	1988 – 2013	45
Climent, María José	1989 – 2013	44
Leyva Pérez, Antonio	2002 – 2013	42
Díaz Cabanas, María José	1996 – 2013	39
Perez Pariente, J	1984 – 2006	38
Sabater, María José	1993 – 2013	34
Moliner, Manuel	2005 – 2013	33
Concepción, Patricia	1996 – 2013	32
Renz, Michael	1996 – 2013	32
Camblor, Miguel A	1989 – 1999	30
Martínez, Cristina	1994 – 2013	30
Navarro, María Teresa	1993 – 2012	30
Díaz, Urbano	1999 – 2013	26
Orchilles, AV	1984 – 2001	26
Viruela, Pedro M	1993 – 2006	24
Blasco, Teresa	1993 – 2013	23
Jorda, José Luís	1998 – 2013	23
Serna, Pedro	2005 – 2013	23
Palomares, Antonio E	1994 – 2012	21
Serra, Jose Manuel	2002 – 2009	20
Velty, Alexandra	2000 – 2013	20
Baumes, Laurent Allan	2003 – 2011	19
González Arellano, Camino	2004 – 2010	18
Álvaro, Mercedes	1993 – 2011	16
Botella, Pablo	1999 – 2012	16
Llabres i Xamena, FrancescX	2007 – 2013	16

Colaboradores	Período	Trabajos con Corma
Montón, JB	1984 – 1995	16
Llopis, Francisco J	1987 – 2011	15
Zicovich Wilson, CM	1992 – 2002	15
Cantín, Ángel	2004 – 2010	14
López Nieto, JM	1993 – 2004	14
Martínez Triguero, Joaquín	1994 – 2013	14
Atienzar, Pedro	2004 – 2010	13
Melo, Francisco V	1980 – 2008	13
Mifsud, A	1984 – 1997	13
Miguel, Pablo J	1992 – 2013	13
Miranda, MA	1983 – 1996	13
Cabrero Antonino, José Ramón	2010 – 2013	12
Chica, Antonio	1999 – 2009	12
Domine, Marcelo E	1998 – 2009	12
Primo, Ana	2003 – 2012	11
Rodríguez, Isabelle	1999 – 2008	11
Vidal Moya, Jose Alejandro	2002 – 2013	11
Baleizao, C	2002 – 2004	10
Esteve, P	1994 – 1998	10
Guil López, R	1996 – 2002	10
Juarez, Raquel	2008 – 2012	10
Montes Navajas, Pedro	2007 – 2013	10
Palomares, Eduardo	1997 – 2013	10
Pulido, Ángeles	2004 – 2013	10
Sauvanaud, Laurent	2002 – 2013	10

Anexo II: *Distribución de las firmas institucionales de los trabajos firmados por Corma*

Institución	País	Trabajos
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)	Spain	917
Instituto de Tecnología Química (ITQ)	Spain	899
Universidad Politécnica de Valencia	Spain	867
Instituto de Catálisis y Petroleoquímica (ICP)	Spain	110
Universidad de Valencia	Spain	102
Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM)	Spain	74
Instituto de Química Orgánica General (IQOG)	Spain	61
Instituto de Química Física Rocasolano (IQFR)	Spain	22
University College London	UK	13
Universidad de Barcelona	Spain	12
Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação	Portugal	11
Davy Faraday Research Laboratory	UK	10
Universidad Complutense de Madrid	Spain	10
Universidad de Zaragoza	Spain	10
University of Würzburg	Germany	10
Instituto de Ciencia Materiales de Barcelona (ICMB)	Spain	9
King Saud University (KSU)	Saudi Arabia	9
Queens University	Canada	9
Universidad de Cadiz	Spain	9
College of Chemistry	China	7
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales	Spain	7
Institut Français du Pétrole (IFP)	France	7
Jilin University (JLU)	China	7
Rhodia	France	7
Shell Research and Technology Centre Amsterdam (STCA)	Netherlands	7
Stockholm University	Sweden	7
Universal Oil Products (UOP)	USA	7
University of Minnesota	USA	7
Berzelii Center EXSELENT on Porous Materials	Sweden	6
Centre national de la recherche scientifique (CNRS)	France	6
Instituto de Ciencia de Materiales de Aragon (ICMA)	Spain	6
Instituto de Química Teórica y Computacional de la Universidad de Barcelona (IQTUB)	Spain	6
Universidad del País Vasco	Spain	6
University of California	USA	6
ExxonMobil Research and Engineering Company	USA	5
Universidad Autónoma de Barcelona	Spain	5
Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco	Mexico	5
Universidad Rey Juan Carlos	Spain	5
Universita degli Studi del Piemonte Orientale Amedeo Avogadro	Italy	5
Centro Tecnológico de Ondas	Spain	4

Institución	País	Trabajos
Daresbury Laboratory	UK	4
Eni	Italy	4
Haldor Topsoe	Denmark	4
Huntsman Polyurethanes	Belgium	4
Institute for Advanced Materials, Physicochemical Processes, Nanotechnology & Microsystems	Greece	4
Institute of Postgraduate Studies	Malaysia	4
Instituto Mexicano del Petróleo	Mexico	4
Nanomaterials in the Environment Agriculture and Technology Organized Research Unit	USA	4
National Center for Scientific Research Demokritos (NCSR Demokritos)	Greece	4
Swiss Federal Institute of Technology in Zurich (ETHZ)	Switzerland	4
Universita di Torino	Italy	4
Universite Lyon	France	4
Universiti Malaya	Malaysia	4
Biomass Economical Ecological Energy Conversion (BieCON)	Netherlands	3
Catholic University Leuven	Belgium	3
Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Americo Miguez de Mello (Cenpes)	Brazil	3
Centro de Tecnología Repsol	Spain	3
Council for the Central Laboratory of the Research Councils	UK	3
Engelhard Corporation	USA	3
Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología (ESCET)	Spain	3
European Synchrotron Radiation Facility (ESRF)	France	3
Facultad de Ciencias Químicas de Valencia	Spain	3
Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pos-Graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe)	Brazil	3
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)	Spain	3
Instituto de Investigaciones Químicas (IIQ)	Spain	3
Instituto de Nanociencia de Aragón (INA)	Spain	3
Instituto de Tecnología Venezolana para el Petróleo (INTEVEP)	Venezuela	3
Instituto Universitario de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente (IIAMA)	Spain	3
Joseph Crosfield & Sons Ltd	UK	3
Leipzig University	Germany	3
Petrobras	Brazil	3
Rhône-Poulenc Industrialisation	France	3
Sapienza-Università di Roma	Italy	3
Takasago International Chemicals (Europe) S.A	Spain	3
Universidad de Castilla La Mancha	Spain	3
Universidad de Colima	Mexico	3
Universidad Miguel Hernández	Spain	3
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	Brazil	3
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI)	Brazil	3

Institución	País	Trabajos
Universita della Calabria (UNICAL)	Italy	3
Universite Pierre et Marie Curie (UPMC)	France	3
University of Cambridge	UK	3
Zeolyst International	USA	3
ALBA Synchrotron	Spain	2
BP America	USA	2
BP Chemicals	UK	2
California Institute of Technology	USA	2
Centre de Recerca en NanoEnginyeria (CRNE)	Spain	2
Centre for Research in Ceramics and Composite Materials (CICECO)	Portugal	2
Centro en Investigación en Bioquímica y Biología Molecular para Nanomedicina (CIBBIM-Nanomedicina)	Spain	2
Centro Interdisciplinare Nano-SiSTeMI	Italy	2
Chevron's Energy Technology Company (ETC)	USA	2
Diamond Light Source	UK	2
Escuela Politécnica Superior de Alcoy	Spain	2
Grace GmbH	Germany	2
Grupo de Nanomateriales Aplicados	Spain	2
Hospital Universitario Vall d'Hebron	Spain	2
Hull Research and Technology Centre	UK	2
Institut de recherches sur la Catalyse et l'environnement de Lyon (IRCELYON)	France	2
Institute of Chemical Technology	Germany	2
Instituto de Bioingeniería (IB)	Spain	2
Instituto de Ciencia de los Materiales de la Universidad de Valencia (ICMUV)	Spain	2
Instituto de Ciencia Molecular (ICMol)	Spain	2
Instituto de Química (IQ)	Brazil	2
Instituto Nacional del Carbón (INCAR)	Spain	2
International Tomography Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of the Sciences (ITC SB RAS)	Russia	2
Keele University	UK	2
Parc Científic de Barcelona (PCB)	Spain	2
Port Sunlight Laboratory	UK	2
School of Chemistry	UK	2
UNILEVER	UK	2
Universidad Autónoma de Madrid	Spain	2
Universidade de Aveiro (UA)	Portugal	2
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	Brazil	2
Universite de Strasbourg	France	2
University at Buffalo	USA	2
University of Ottawa	Canada	2
Vall d'Hebron Institut de Recerca (VHIR)	Spain	2
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna	Italy	1

Institución	País	Trabajos
Bijvoet Center for Biomolecular Research	Netherlands	1
British Petroleum (BP)	UK	1
Centre de Recherche et Technologie de Lyon	France	1
Centre de Recherches de Gonfreville	France	1
Centre des Matériaux de Mines de Paris	France	1
Centre especial de Recerca en Química Teòrica (CERQT)	Spain	1
Centre Européen de Résonance Magnétique Nucléaire à Très Hauts Champs à Lyon (CRMN)	France	1
Centre for Catalysis Research and Innovation (CCRI)	Canada	1
Centre for Theoretical and Computational Chemistry	UK	1
Centro de Ecología de Química Agrícola	Spain	1
Centro de Investigación Biomédica en Red en Bioingeniería, Biomateriales y Nanomedicina (CIBER-BBN)	Spain	1
Centro de Investigación en Nanociencias y Nanotecnología	Spain	1
Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)	Spain	1
Centro de Tecnologías Físicas: Acústica, Materiales y Astrofísica (ITFAMA)	Spain	1
Centro Nacional de Investigaciones Científicas de Cuba (CNIC)	Cuba	1
Centro Politécnico Superior (CPS)	Spain	1
CEPSA	Spain	1
Chouaib Doukkali University	Morocco	1
Dresden University of Technology	Germany	1
Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris (ENSMP)	France	1
Ecole Polytechnique	France	1
Engineering and Physical Sciences Research Council	UK	1
ENSICAEN	France	1
Escola de Química	Brazil	1
Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal de Madrid	Spain	1
EXAFS Analysis	USA	1
Facultad de Farmacia de la Universidad de Valencia	Spain	1
Facultad de Química de Montevideo	Uruguay	1
Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM)	Germany	1
IFP Energies nouvelles (IFPEN)	France	1
IGCLab	France	1
Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats (ICREA)	Spain	1
Institut de Recerca en Energia de Catalunya (IREC)	Spain	1
Institut Laue-Langevin (ILL)	Spain	1
Institute for Chemical and Bioengineering	Switzerland	1
Institute for Structure Physics	Germany	1
Institute of Catalysis and Surface Chemistry	Poland	1
Institute of Organic Chemistry Stuttgart	Germany	1
Institute of Physical Chemistry	Romania	1
Institute of Physical Chemistry and Center for Computational Sciences	Germany	1

Institución	País	Trabajos
Institute of Physics NCU Torun	Poland	1
Institute of Science and Technology	UK	1
Instituto Agroforestal Mediterráneo	Spain	1
Instituto de Biomedicina de Valencia (IBV)	Spain	1
Instituto de Ciencia de los Materiales de Aragon (ICMA)	Spain	1
Instituto de Ciencia de Materiales de Barcelona (ICMAB)	Spain	1
Instituto de Diseño para la Fabricación y Producción Automatizada (IDF)	Spain	1
Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México (IFUNAM)	Mexico	1
Instituto de Físico-Química Mineral, C.S.I.C.	Spain	1
Instituto de Magnetismo Aplicado (IMA)	Spain	1
Instituto de Microelectrónica de Barcelona (CNM IMB)	Spain	1
Instituto de Tecnología (IT)	Brazil	1
Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA)	Spain	1
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare-Laboratori Nazionali di Frascati (INFN-LNF)	Italy	1
Japan Science and Technology Agency (JST)	Japan	1
Johannes Gutenberg University of Mainz	Germany	1
Korean Research Institute of Chemical Technology (KRICT)	South Korea	1
L'Institut de Chimie Moléculaire et des Matériaux de Montpellier (ICG)	France	1
MALTA Consolider Team	Spain	1
Max Planck Institute Kohlenforsch	Germany	1
Mohammed V University	Morocco	1
Nanjing University (NJU)	China	1
Nanostructured Interfaces and Surfaces (NIS)	Italy	1
National Institute for Materials Physics (NIMP)	Romania	1
National Institute of Chemistry (NIC)	Slovenia	1
Nicolaus Copernicus University (NCU)	Poland	1
Novosibirsk State University (NSU)	Russia	1
NUCAT - Programa de Engenharia, Quimica	Brazil	1
Peking University (PKU)	China	1
Polish Academy of Sciences	Poland	1
Rede de Química e Tecnologia (REQUIMTE)	Portugal	1
Renfe	Spain	1
Research and Development Center	USA	1
Romanian Academy	Romania	1
Rutherford Appleton Laboratory(RAL)	UK	1
School of Chemistry and Chemical Engineering	China	1
Studio di Consulenza Internazionale – SCI	Italy	1
Sumitomo Chemical Company	Japan	1
Tokyo Metropolitan University	Japan	1
TOTALFINAELF	Belgium	1
UBE Corporation Europe SA	Spain	1

Institución	País	Trabajos
Unidad Iztapalapa	Mexico	1
Unidad Xochimilco	Mexico	1
Universidad de Concepción (udec)	Chile	1
Universidad de Córdoba	Spain	1
Universidad de Málaga	Spain	1
Universidad de Santiago de Compostela	Spain	1
Universidad de Sonora	Mexico	1
Universidad de Vigo	Spain	1
Universidad Nacional Autónoma de México	Mexico	1
Universidad Politécnica de Cataluña	Spain	1
Universidad Politécnica de Madrid	Spain	1
Universidade Nova de Lisboa	Portugal	1
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI)	Uruguay	1
Universita degli Studi di Ferrara	Italy	1
Universita degli Studi di Milano (UNIMI)	Italy	1
Universitat Jaume I	Spain	1
Universitat Rovira i Virgili	Spain	1
Université d'Oran	Algeria	1
University of Birmingham	UK	1
University of Glasgow	UK	1
University of Manchester	UK	1
University of Massachusetts	USA	1
University of Oxford	UK	1
University of Pittsburgh	USA	1
University of Rennes	France	1
University of St Andrews	UK	1
University of Stuttgart	Germany	1
University of Texas at San Antonio (UTSA)	USA	1
University of Venice	Italy	1
Utrecht University	Netherlands	1
WR Grace and Company	USA	1

