

# CONAMA 2020

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

## El Observatorio del Cambio Global de Sierra Nevada: Recopilación bibliográfica de información científica en Sierra Nevada





**Autor Principal:** Ricardo Moreno Llorca (Instituto Interuniversitario de Investigación del Sistema Tierra en Andalucía IISTA; Universidad de Granada)

**Otros autores:** Regino Zamora Rodríguez (Instituto Interuniversitario de Investigación del Sistema Tierra en Andalucía IISTA; Universidad de Granada), Antonio Pérez-Luque (Instituto Interuniversitario de Investigación del Sistema Tierra en Andalucía IISTA; Universidad de Granada), Andrea Ros-Candeira (Instituto Interuniversitario de Investigación del Sistema Tierra en Andalucía IISTA; Universidad de Granada), Manuel Merino Ceballos, Manuel (Instituto Interuniversitario de Investigación del Sistema Tierra en Andalucía IISTA; Universidad de Granada) y Pablo Guerrero Alonso (Instituto Interuniversitario de Investigación del Sistema Tierra en Andalucía IISTA; Universidad de Granada).

### ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>ZONA DE ESTUDIO .....</b>	<b>2</b>
<b>METODOLOGÍA Y PROTOCOLO DE REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA. ....</b>	<b>3</b>
BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA.....	3
REVISIÓN DE LA LITERATURA Y ANÁLISIS DE DATOS .....	4
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>5</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>13</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>14</b>

### INTRODUCCIÓN

Las recopilaciones bibliográficas se han convertido en un instrumento muy útil para organizar todo el conocimiento científico que se ha generado en relación a una temática concreta o un lugar determinado. El Observatorio de Cambio Global de Sierra Nevada tiene como uno de sus objetivos prioritarios documentar, estandarizar y analizar temática y espacialmente toda la información científica generada en este macizo mediterráneo en relación con el cambio global.

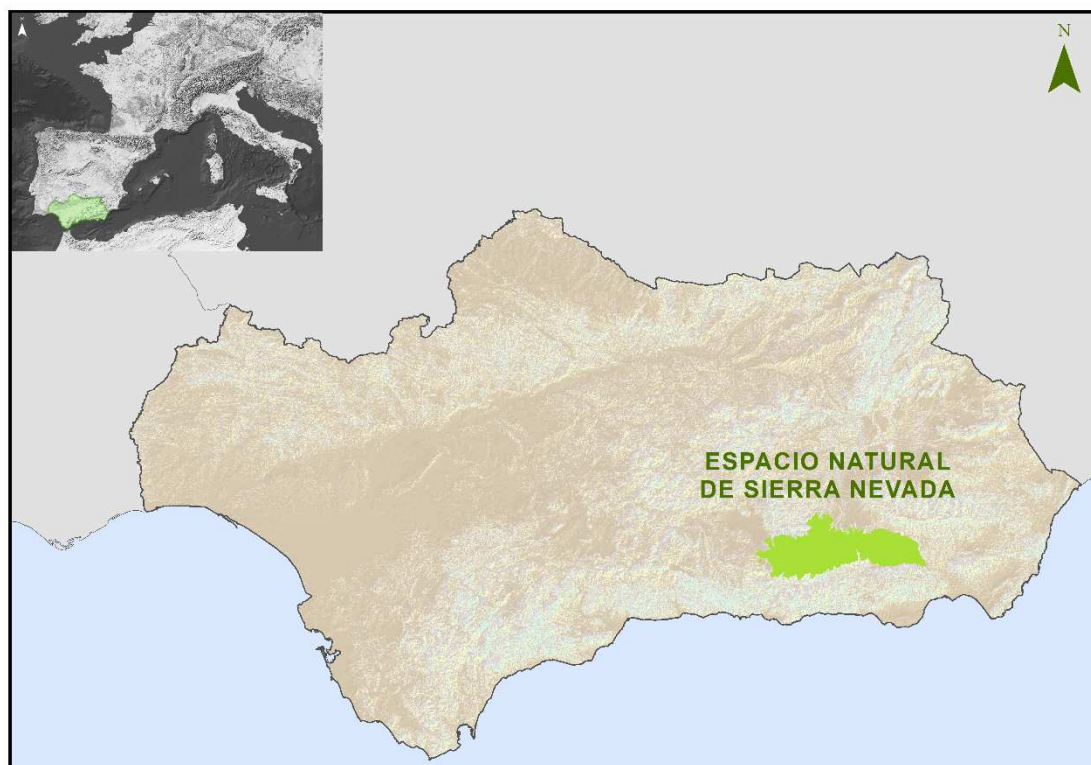
La realización de una recopilación bibliográfica debe de seguir unos principios de documentación, trazabilidad y reproducibilidad que permitan caracterizar correctamente el estudio llevado a cabo. El análisis de la bibliografía ha seguido los aspectos conceptuales y metodológicos de la declaración Prisma [1], para definir y explicitar los pasos sucesivos de la revisión sistemática realizada. La declaración Prisma ha adoptado las definiciones y enfoque de la Colaboración Cochrane [2] que implementa una guía que facilita a los autores de revisiones bibliográficas realizarlas de una manera sistemática y explícita de cara a la evaluación y reproducibilidad de la misma de manera externa.

En este contexto, se ha llevado a cabo un análisis bibliométrico de la producción científica publicada en la base de datos de la colección principal de Web Of Science (WoS) desde 1970 hasta la actualidad, utilizando su API de consulta. Se han obtenido un total de 691 registros que, tras ser depurados, han sido analizados con el software de análisis de bibliografía científica “*Bibliometrix*” [3], una herramienta para el análisis exhaustivo de la producción científica, en el entorno del programa de análisis de datos y estadística “*R*” [4].

El estudio ha permitido caracterizar la evolución temporal del conocimiento científico generado en el entorno del Espacio Natural de Sierra Nevada en relación al cambio global desde un punto de vista cualitativo y cuantitativo. De igual manera se han podido caracterizar a los actores principales que generan la información científica. Toda esta información resulta ser de gran relevancia para la comunidad científica, facilitando la posibilidad de colaboraciones en proyectos futuros y ayudando a la toma de decisiones en el ámbito de la gestión en base a conocimiento científico en un contexto de cambio global [5].

### ZONA DE ESTUDIO

La zona a la que se circunscribe la revisión bibliográfica es el Espacio Natural de Sierra Nevada (Fig.1), en el que se desarrolla la actividad del Observatorio de Cambio Global. El modelo de gestión basado en la transferencia del conocimiento científico, la participación social y la coordinación entre instituciones ha sido uno de los criterios clave por el cual Sierra Nevada forma parte de la primera Lista Verde Mundial de Áreas Protegidas Bien Gestionadas que acreditó la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (UICN) en 2014. El fundamento de las decisiones de gestión en base a conocimiento científico es uno de los motivos de la realización de este estudio que nace con vocación de actualización y de permanente transferencia de información científica en el contexto de cambio global.



**Figura 1.** Localización de la zona de estudio. Espacio Natural de Sierra Nevada.

## METODOLOGÍA Y PROTOCOLO DE REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

### Búsqueda bibliográfica

Se realizó una búsqueda bibliográfica sobre las publicaciones científicas desarrolladas sobre Sierra Nevada (España) en el motor de búsqueda de ISI Web of Science (WoS) (<http://webofknowledge.com/>). La selección de palabras clave se basó en una estrategia de población-intervención-comparación de resultados (PICO) [2], en el que se definieron los términos "Sierra Nevada" como Población, "España" como Intervención, y "Gestión" como Resultado.

El rango temporal del estudio fue desde 1970 hasta 2020, correspondiendo el inicio del período en el año en que comienzan a aparecer publicaciones relevantes en el ámbito de Sierra Nevada en el motor de búsqueda seleccionado. Todas las búsquedas se realizaron en octubre de 2020. La búsqueda se realizó en la modalidad de búsqueda avanzada, sobre la colección principal de WoS, en base a los parámetros que aparecen en la Figura 2.

Seleccionar una base de datos Colección principal de Web of Science

Búsqueda básica Búsqueda de autores<sup>BETA</sup> Búsqueda de referencia citada **Búsqueda avanzada** Búsqueda de estructura

Use etiquetas de campo, operadores booleanos, paréntesis y conjuntos de consultas para crear su consulta. Los resultados aparecerán en el historial de búsqueda situado en la parte inferior de la página. (Más información sobre la búsqueda avanzada)

Ejemplo: TS=(nanotub\* AND carbon) NOT AU=Smalley RE  
#1 NOT #2 más ejemplos | ver el tutorial

TS=(Sierra Nevada\* AND (Spain\* OR España\*))

Buscar

Restringir resultados por idiomas y tipos de documentos:

All languages	All document types
English	Article
Afrikaans	Abstract of Published Item
Arabic	Art Exhibit Review

Período de tiempo

Personalizar rango de años 1970 hasta 2020

**Figura 2.** Parámetros de búsqueda avanzada en la colección principal de WoS.

El flujo de la información recopilada siguió las diferentes fases recomendadas por PRISMA [1] para una revisión sistemática. Inicialmente se obtuvieron un total de 691 ítems como resultado de la búsqueda. Este set de datos pasó una serie de pasos de depuración. En primer lugar, se eliminaron los registros duplicados. En un segundo paso, se produjo la exclusión de referencias en base a un análisis completo del texto y metadatos asociados basándonos en los siguientes criterios:

- El objeto de estudio era la Astrofísica (investigación hecha desde Sierra Nevada, pero no sobre el espacio natural).
- Estudios referidos a otros espacios denominados Sierra Nevada (en EEUU o Colombia)
- Estudios en los que Sierra Nevada únicamente aparecía el apartado de referencias bibliográficas de los artículos, pero no se centraban en su análisis.
- No trataban sobre la temática de estudio: el cambio global en el contexto del Observatorio de Sierra Nevada.

Tras el filtrado del conjunto de datos, se obtuvieron un total de 533 referencias que conforman la base de la revisión bibliográfica.

## Revisión de la literatura y análisis de datos

Con el objetivo de caracterizar el esfuerzo investigador en Sierra Nevada en los últimos 50 años, se llevó a cabo un análisis cualitativo y cuantitativo de la producción científica de la investigación en el macizo mediterráneo. Para ello, se utilizó el software de análisis bibliográfico “*Bibliometrix*”

[3], una herramienta para el análisis exhaustivo de la producción científica, en el entorno del programa de análisis de datos y estadística “R” [4].

El primer análisis que se llevó a cabo sobre la base de datos, fue describir inicialmente el conjunto de publicaciones científicas: volumen total de publicaciones, cantidad de fuentes documentales, citas bibliográficas, tipo de publicaciones y otros parámetros relacionados con las palabras clave y la autoría.

Posteriormente, se revisaron y clasificaron todas las referencias en base a las categorías de investigación establecidas por WoS. Esto permitió conocer qué áreas de investigación son las más relevantes en la información científica que se ha generado en Sierra Nevada. Para este análisis se tuvo en cuenta la principal o primera categoría en la que WoS incluye el trabajo de investigación.

Para completar el estudio, se analizaron las revistas científicas en las que más se ha publicado sobre cambio global. Además, se ha caracterizado el set de datos en base a las palabras clave utilizadas por los investigadores para definir las áreas principales de sus trabajos. Por último, se han identificado las instituciones que tienen un papel más activo en la investigación y publicación de conocimiento científico en Sierra Nevada. El indicador utilizado para este análisis ha sido la institución a la que pertenecen los primeros autores de cada una de las aportaciones.

## RESULTADOS

Los primeros resultados describen de manera conjunta al set de datos objeto de estudio. De esta manera, los 533 documentos aparecen en un total de 298 publicaciones diferentes, con un total de 20899 referencias bibliográficas y un promedio de 19.54 citas por documento (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Conjunto de datos

<b>Información principal del conjunto de datos</b>	
Rango temporal	1970:2020
Nº de fuentes diferentes	298
Nº de documentos	533
Nº medio de citas por documento	19.54
Nº de referencias bibliográficas	20899

Fuente: Elaboración propia a partir de análisis con bibliometrix

Cómo se puede observar en el Cuadro 2, el artículo científico de investigación es la modalidad más extendida para la difusión de conocimiento científico y supone un 86.7% del total de registros. Con la nueva corriente de normalización y puesta en valor al público de los datos de investigación, es de suponer que los artículos de datos irán creciendo en porcentaje en los próximos años.



**Cuadro 2.** Caracterización de los documentos científicos

Tipos de documento	Total
Artículo	462
Capítulo de libro	10
Artículo de datos	3
Artículo de conferencias	52
Resúmenes de conferencias	1
Revisiones	5

Fuente: Elaboración propia a partir de análisis con bibliometrix

Un total de 1798 palabras clave diferentes, utilizadas por los autores para definir las líneas principales de su estudio, nos sirven para caracterizar igualmente las temáticas más investigadas en Sierra Nevada (Fig. 7 y 8). Han publicado sus investigaciones un total de 1379 autores, de los cuales un 98% lo han hecho en publicaciones de multiautoría (Cuadro 3). La co-autoría media por documento es de 4.77, siendo el valor del índice de colaboración (total de autores de artículos de múltiples autores/total de artículos de múltiples autores) de 2.69. Los documentos firmados por un único autor suponen únicamente el 5.4% del total (Cuadro 4).

**Cuadro 3.** Palabras clave y autorías en los documentos

Contenidos del documento	
Palabras clave WoS (Algoritmo de WoS)	1930
Palabras clave del documento	1798
Autores	
Nº de autores	1379
Autores de documentos de una sola autoría	24
Autores de documentos de múltiples autores	1355

Fuente: Elaboración propia a partir de análisis con bibliometrix

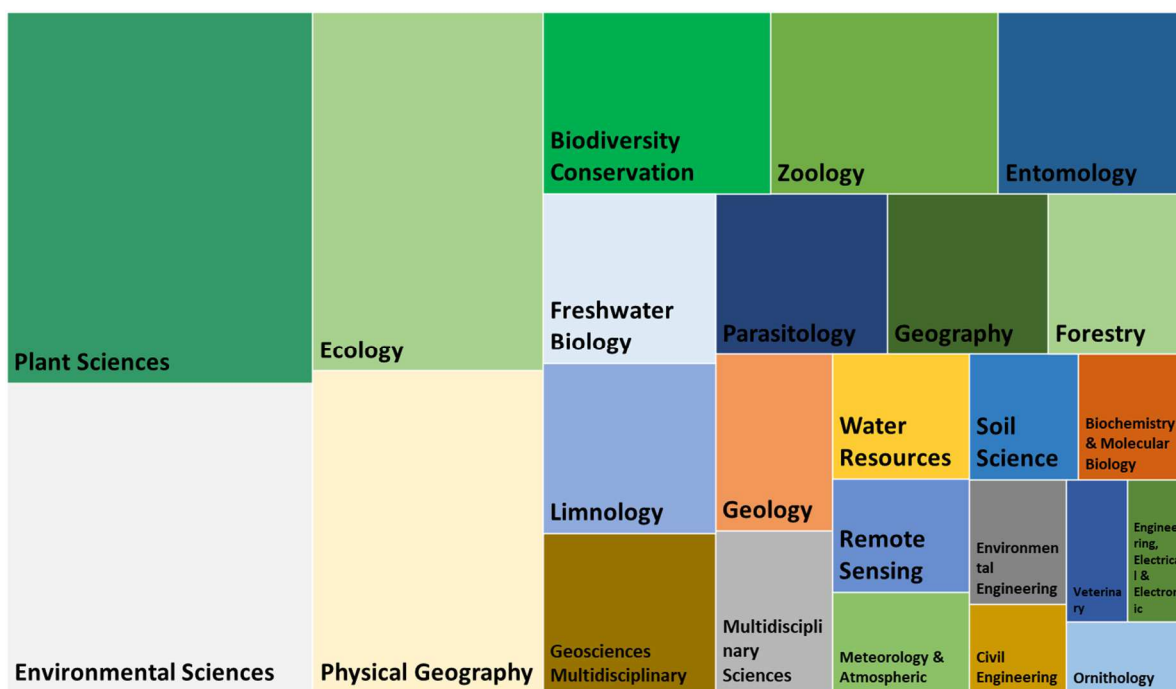
**Cuadro 4.** Caracterización de la colaboración entre autores

Colaboración de autores	
Documentos con un único autor	29
Documentos por autor	0.387
Autores por documento	2.59
Co-autores por documento	4.77

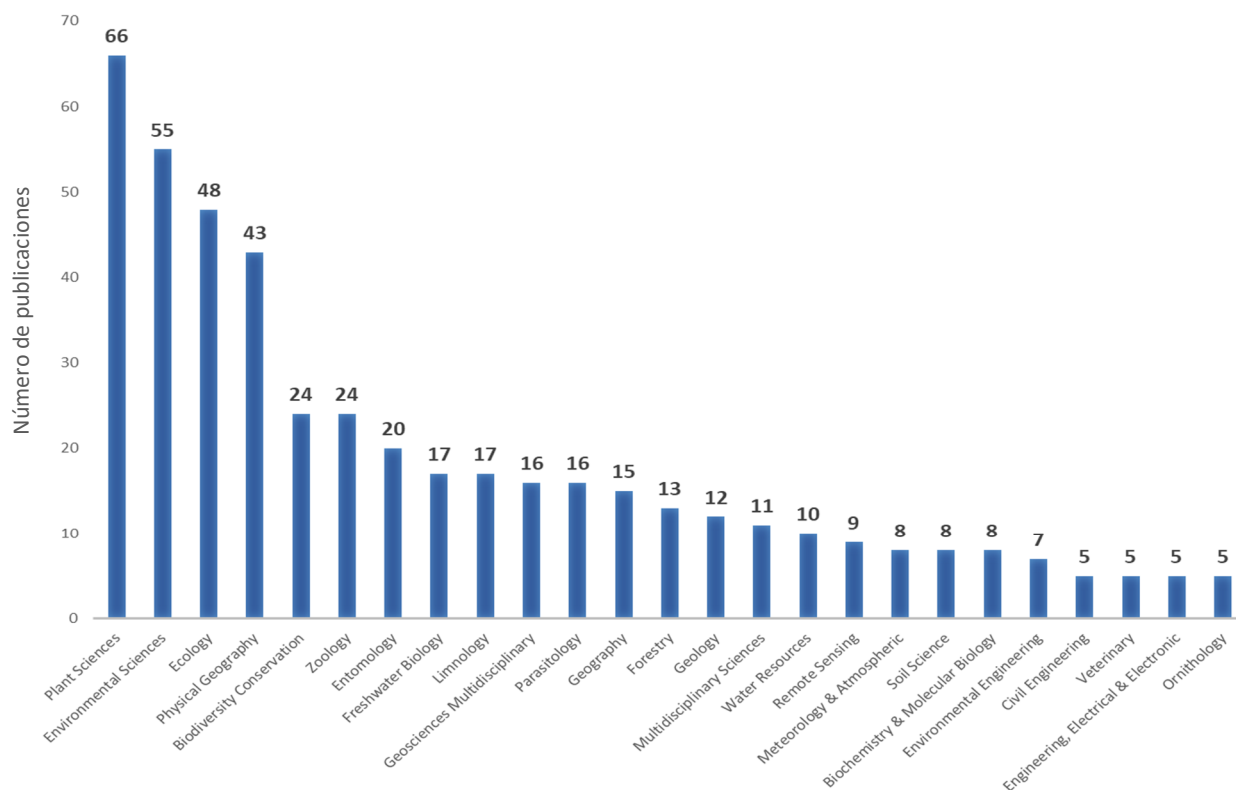
Colaboración de autores	
Índice de colaboración*	2.69

Fuente: Elaboración propia a partir de análisis con bibliometrix. \*Total de autores de artículos de múltiples autores/Total de artículos de múltiples autores

En las Figuras 3 y 4 se muestra el volumen de información científica que se ha generado en estas cinco décadas en relación a cada una de las categorías de investigación (establecidas por WoS). De esta manera se puede observar un protagonismo de las temáticas relacionadas con los ecosistemas de montaña y la biodiversidad (e.g. “Plant sciences”, “Ecology”, “Biodiversity conservation”, “Zoology”, “Entomology” y “Forestry”) con un total de 195 registros. Igualmente, los sistemas acuáticos (“Freshwater biology” y “Limnology”) tienen una gran relevancia en el volumen de investigaciones en Sierra Nevada (34 registros), con importante repercusión en el estudio del cambio climático en ecosistemas frágiles de montaña mediterránea. Otras áreas destacadas son multidisciplinarias o relacionadas con el soporte biofísico de los ecosistemas (e.g. “Water”, “Soil” o “Geosciences”).

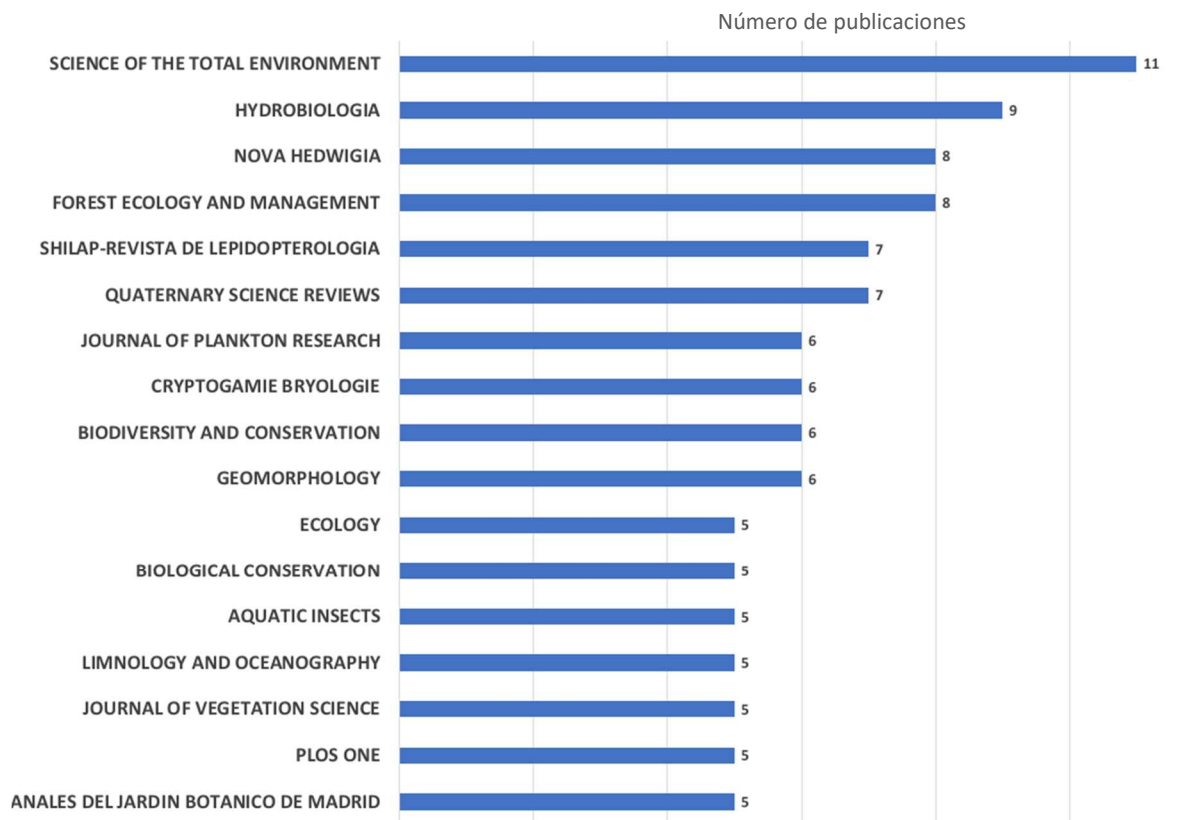


**Figura 3.** Categorías científicas (definidas por WoS) más presentes en los estudios científicos realizados en Sierra Nevada. El tamaño del cuadro representa la cantidad de producción científica publicada en cada una de las categorías de investigación.



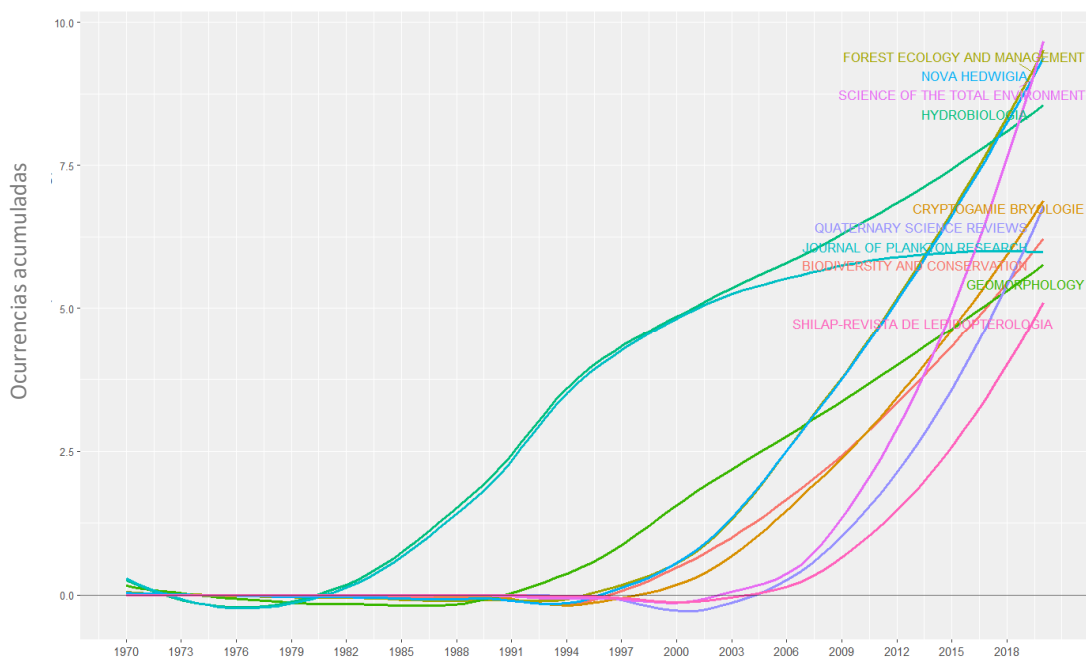
**Figura 4.** Número de publicaciones en cada una de las categorías científicas (definidas por WoS) más presentes en los estudios científicos realizados en Sierra Nevada. Selección de las 25 categorías más relevantes.

Respecto a las fuentes más relevantes en la publicación de artículos científicos (Fig.5), encontramos en cabeza una publicación muy relacionada con el cambio global (“Science of Total Environment”), seguida de una serie de revistas científicas relacionadas con el estudio de la biodiversidad, ecología y conservación (“Hydrobiologia”, “Forest and Ecology Management”, “Biodiversity and Conservation” y “Ecology” entre otras). Es de destacar que en este campo de análisis hay una amplia distribución de revistas, presentándose un total de 298 publicaciones en el total de 533 referencias seleccionadas en el estudio (Cuadro 1).



**Figura 5.** Fuentes más relevantes en la publicación de artículos científicos en Sierra Nevada.

En la Figura 6 se puede observar cómo la importancia relativa de las diferentes fuentes ha evolucionado a lo largo del periodo de estudio.

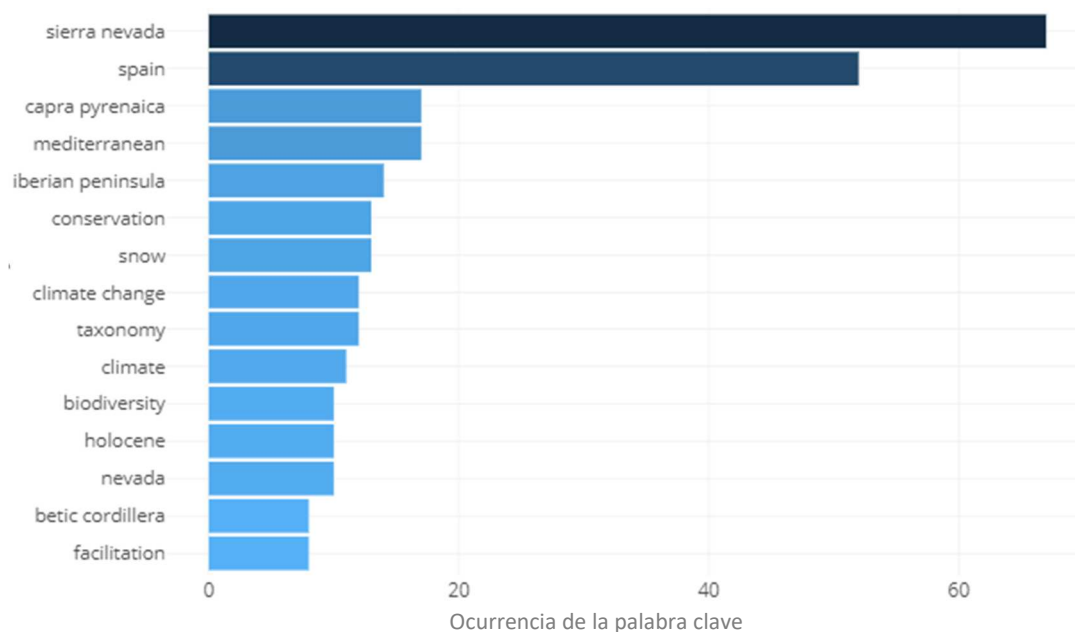


**Figura 6.** Evolución de la relevancia de las fuentes científicas a lo largo del periodo de estudio.

Las palabras clave utilizadas por los autores para describir en cortos titulares el objeto de su publicación son un elemento muy útil para caracterizar el conjunto de conocimiento científico generado en torno a Sierra Nevada. Para visualizar el resultado se han escogido dos tipos de gráficos diferentes.

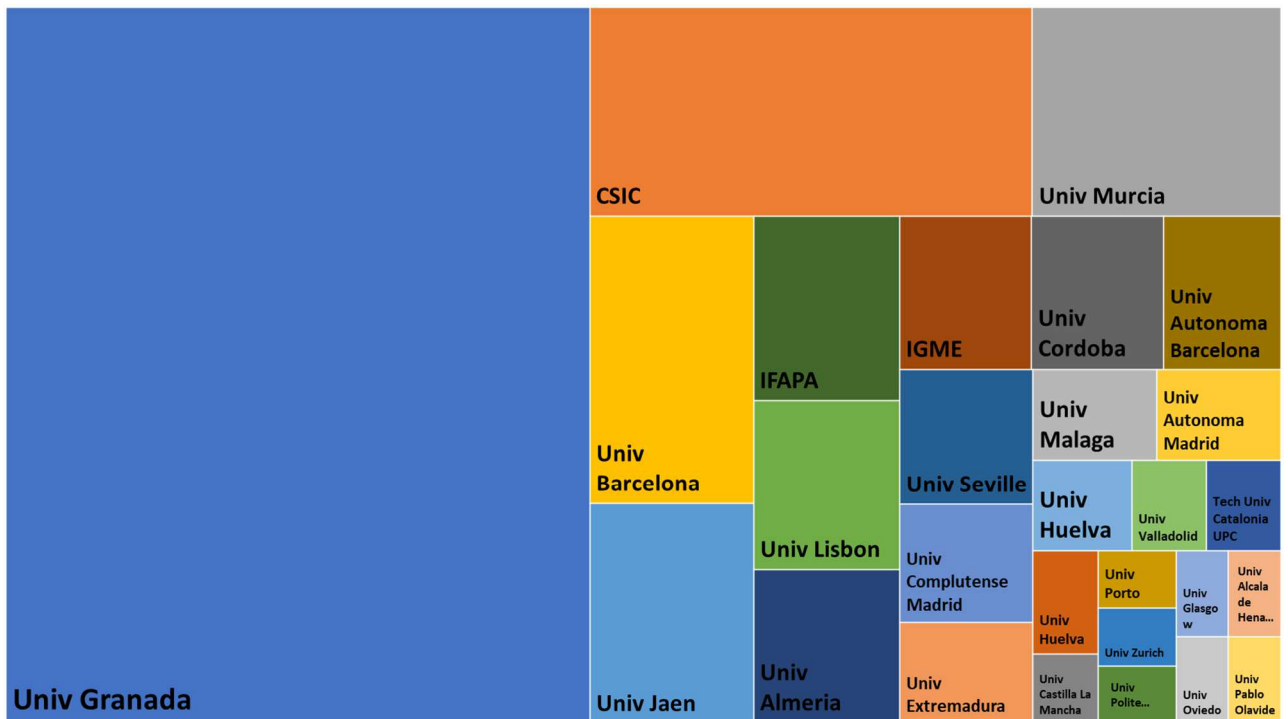
El primero, un diagrama de barras (Fig.7), muestra a las palabras “Sierra Nevada” y “Spain” como las más recurrentes. Fuera de esos dos términos y otros de tipo geográfico como “Mediterranean” o “Iberian peninsula”, la palabra que más destaca se refiere a una especie en concreto: “*Capra pyrenaica*”. Detrás de esta especie emblemática del macizo mediterráneo, de la que se han publicado numerosos estudios, destacan temáticas muy relacionadas con el cambio global y los retos de gestión de un espacio tan singular. Palabras clave como “Conservation”, “Snow”, “Climate change” and “Biodiversity” son temas de tendencia en investigación con gran orientación a la ayuda a la toma de decisiones a la gestión en un contexto de cambio climático y global.

El segundo gráfico (Fig.8) representa en forma de nube de palabras, la importancia relativa de las mismas en el dataset analizado. El tamaño de las palabras guarda relación con el número que estas palabras aparecen en todo el conjunto de publicaciones científicas.

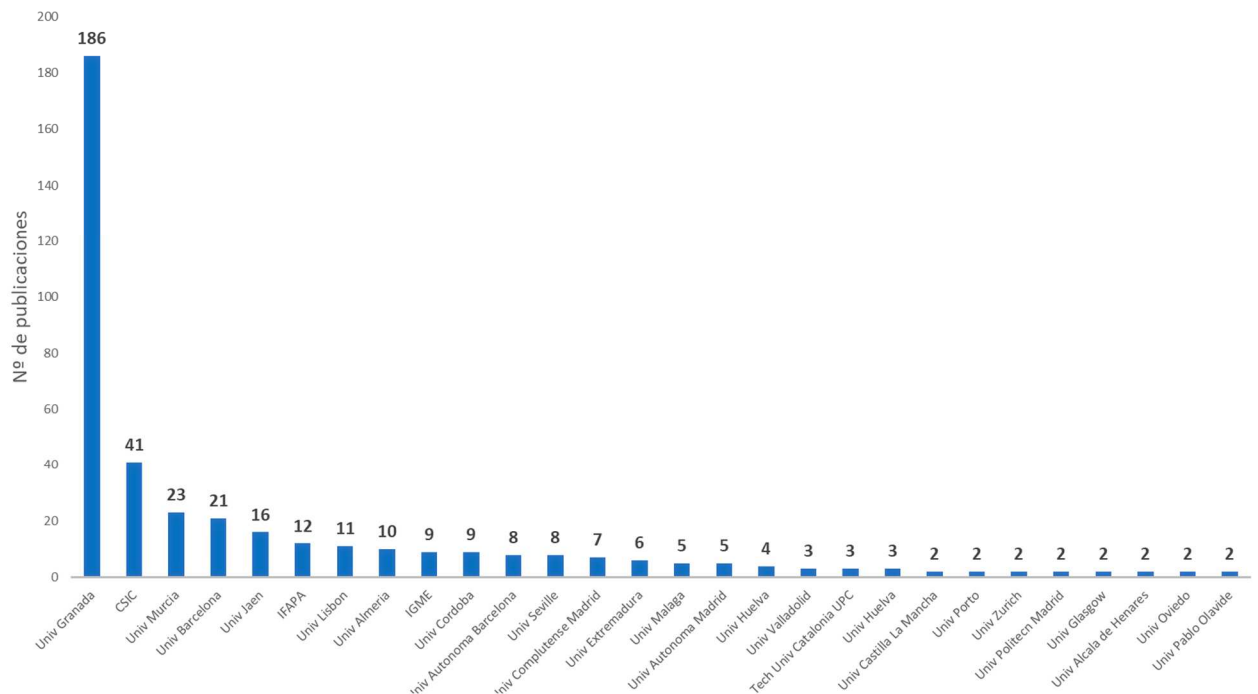


**Figura 7.** Palabras clave más relevantes utilizadas por los autores. El eje x muestra la ocurrencia de cada palabra clave en el conjunto de artículos científicos de la base de datos.



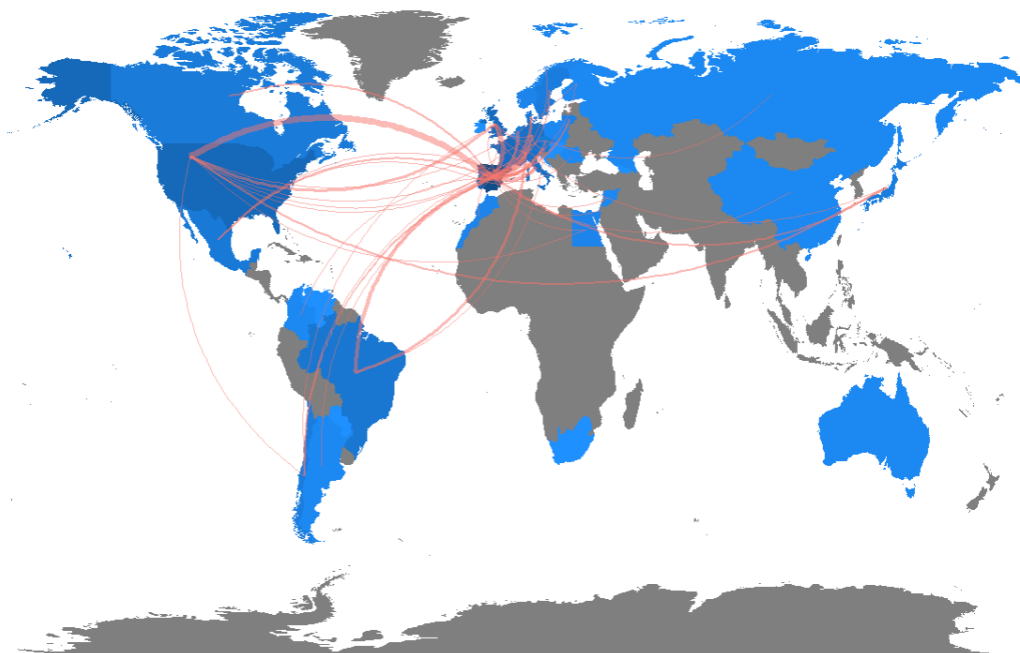


**Figura 9.** Instituciones más relevantes en el levantamiento de información científica en Sierra Nevada, según la pertenencia del primer autor de la publicación



**Figura 10.** Instituciones más relevantes en el levantamiento de información científica en Sierra Nevada, con número total de publicaciones con primera autoría

Por último, Sierra Nevada, a través del Observatorio de Cambio Global, se configura como un marco de colaboración entre investigadores y gestores de diferentes partes del mundo. En el contexto de internalización en el que se encuentra la sociedad, la colaboración entre estos actores en diversos espacios parecidos de montaña, que comparten características únicas, es clave para abordar los retos de conocimiento que el cambio global plantea a investigadores y gestores. En este sentido se presenta en la Figura 11, las colaboraciones entre instituciones de investigación en los trabajos publicados a lo largo de estos cincuenta años de investigación en Sierra Nevada.



**Figura 11.** Mapa que muestra de manera espacial la colaboración entre instituciones que han participado en la investigación científica en Sierra Nevada

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se ha llevado a cabo gracias a la financiación proveniente del "Convenio de Colaboración entre la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y la Universidad de Granada para el desarrollo de actividades vinculadas al Observatorio de Cambio Global de Sierra Nevada, en el marco de la Red de Observatorios de Cambio Global de Andalucía"



### BIBLIOGRAFIA

- [1] Urrútia, G., Bonfill, X., 2010. Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina Clínica* 135, 507–511. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.01.015A>
- [2] Higgins, J.P.T., Green, S., 2011. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*. version 5.1.0 [updated March 2011]. The Cochrane Collaboration, 2011 [www.handbook.cochrane.org](http://www.handbook.cochrane.org)
- [3] Aria, M., Cuccurullo, C., 2017. bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics* 11, 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007A>
- [4] R Core Team (2013). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- [5] Enquist, C.A.F., Jackson, S.T., Garfin, G.M., Davis, F.W., Gerber, L.R., Littell, J.A., Tank, J.L., Terando, A.J., Wall, T.U., Halpern, B., Hiers, J.K., Morelli, T.L., McNie, E., Stephenson, N.L., Williamson, M.A., Woodhouse, C.A., Yung, L., Brunson, M.W., Hall, K.R., Hallett, L.M., Lawson, D.M., Moritz, M.A., Nydick, K., Pairis, A., Ray, A.J., Regan, C., Safford, H.D., Schwartz, M.W., Shaw, M.R., 2017. Foundations of translational ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment* 15, 541–550. <https://doi.org/10.1002/fee.1733>