
Análisis comparativo de las métricas españolas de ciencia y transferencia por comunidades autónomas

Comparative analysis of the Spanish science and transfer metrics by autonomous communities

**Rocío Gómez-Crisóstomo (1), Luz María Romo-Fernández (1),
Vicente P. Guerrero-Bote (1), Félix De-Moya-Anegón (2)**

(1) Universidad de Extremadura, Plazuela Ibn Marwan s/n, 06071, Badajoz, España, mrgomcri@unex.es, lmromfer@unex.es, guerrero@unex.es. (2) SCImago Research Group, Granada, Spain

Resumen

La producción científica española y la transferencia de tecnología que conlleva, están en continuo crecimiento, y por consiguiente la de las Comunidades Autónomas también. Sin embargo, esto no significa que todas las CCAA evolucionen igual, ni que todas implementen las mismas políticas. En el presente trabajo presentamos una comparación de la inversión en I+D+i, la producción científica y su transferencia al tejido productivo de las diecisiete CCAA españolas en el periodo 2003-2020. Los datos utilizados para la realización del presente trabajo, han sido extraídos de tres de las plataformas creadas por el grupo SCImago: SCImago Journal & Country Rank (SJ&CR), SCImago Institutions Rankings (SIR) y SCImago Patents Rank (SPR) (en desarrollo) basadas en la información incluida en la base de datos Scopus de Elsevier y PATSTAT. En total, se han recuperado 1.276.914 documentos primarios publicados en el periodo 2003-2020, firmados por autores afiliados a instituciones españolas que han sido desagregados a nivel de Comunidades Autónomas. Con los mismos se ha generado una batería de indicadores de la producción científica (12), su impacto tecnológico (5) y la transferencia de tecnología (5), además de sus tasas de variación.

Palabras clave: Cienciometría. Patentes. Investigación y Desarrollo. España. Comunidades Autónomas.

1. Introducción

Como es bien sabido, el desarrollo económico y social de los países depende, en gran medida, de la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i) que se lleva a cabo dentro de sus fronteras (Ministerio de Ciencia e Innovación, s.f.). Por este motivo, el hecho de contar con datos objetivos sobre los resultados de la I+D+i, se considera de vital importancia para la buena organización y funcionamiento de los agentes implicados en los sistemas de ciencia e investigación.

En la mayor parte de los países desarrollados, existen para ello herramientas informativas dependientes de los órganos estatales, que

Abstract

Spanish scientific production and technology transfer that it entails are constantly growing, and consequently that of the Autonomous Communities as well. However, this does not mean that all the Autonomous Communities evolve in the same way, nor that they all implement the same policies. In this paper we present a comparison of investment in R&D&i, scientific production, and its transfer to the productive fabric of the seventeen Spanish Autonomous Communities in the period 2003-2020. The data used to carry out this work has been extracted from three of the platforms created by the SCImago group: SCImago Journal & Country Rank (SJ&CR), SCImago Institutions Rankings (SIR) and SCImago Patents Rank (SPR) (under development) based on information included in Elsevier's Scopus database and PATSTAT. In total, 1,276,914 primary documents published in the 2003-2020 period have been recovered, signed by authors affiliated to Spanish institutions that have been disaggregated at the level of Autonomous Communities. With them, a battery of indicators of scientific production (12), its technological impact (5) and technology transfer (5) has been generated, in addition to its variation rates.

Keywords: Scientometrics. Patents. Research and Development. Spain. Autonomous Communities.

proporcionan indicadores sobre sus actividades de I+D+i. En España, la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) es, entre otras, una de las entidades encargada de publicar información sobre la producción científica del país, tanto a nivel estatal, como de Comunidades Autónomas, tarea que también ha sido abordada en numerosas ocasiones por los propios gobiernos autonómicos. Los resultados de este tipo de trabajos ofrecen una panorámica interesante sobre la situación en I+D+i de la región sobre la que se realicen, así como una posible comparación con otros agregados. Si bien, este tipo de trabajos, en un principio se centraban casi exclusivamente en aspectos cuantitativos relacionados

con la literatura científica, con el tiempo se han ido incorporando otros indicadores, muchos de ellos centrados en caracterizar la literatura científica desde un punto de vista cualitativo, y otros destinados a analizar otro tipo de resultados de investigación, como pueden ser, las patentes.

Ya en el año 2007, se comenzaron a elaborar amplios informes sobre la producción científica española en diversos periodos, abarcando, el primero de ellos, los años comprendidos entre 1990 y 2004 (FECYT, 2007). En él se reflejaba que las CCAA con un mayor volumen de producción, eran Madrid, Cataluña, Andalucía y Valencia, pues, entre ellas, aglutinaban alrededor del 80% de la producción nacional. A este, le siguieron varios estudios de la misma índole, cuyos resultados corroboraban los obtenidos en el estudio anterior, para distintos periodos, como 2006-2010 (FECYT, 2013) o 2007-2011 (FECYT, 2014). Por el contrario, las Comunidades con menor producción en los periodos analizados fueron La Rioja, Baleares, Castilla la Mancha y Extremadura en entre 1990-2004, todas ellas con una aportación inferior al 2 % de la producción nacional (FECYT, 2007), La Rioja, Extremadura, Baleares y Cantabria, en los periodos 2006-2010 y 2007-2011, de nuevo con cifras por debajo del 2 % (FECYT, 2013, 2014).

Por su lado, autores como Buela-Casal et al. (2015), analizan la productividad y eficiencia en investigación de las Comunidades Autónomas españolas según su financiación, concluyendo que Cataluña, Baleares, Cantabria y Valencia son las que mejores cifras obtienen en cuanto a productividad, mientras que, en lo que a eficiencia se refiere, son Madrid, Cataluña, Andalucía y Valencia las que alcanzan las mejores posiciones. Otros, como Moya-Anegón (2012), centran sus esfuerzos en analizar el liderazgo y la excelencia de la ciencia española, y destacan que, si bien España se sitúa en décima posición mundial en el periodo analizado (2003-2009), y en decimoprimer en producción de excelencia, su posición desciende considerablemente en lo que a impacto se refiere. Además, el autor destaca en su estudio la desigualdad existente entre la producción científica de las distintas Comunidades Autónomas, principalmente, en la excelencia científica, afirmando que Madrid y Cataluña acumulan en el periodo estudiado casi diez puntos porcentuales más de excelencia que de producción bruta nacional, siendo esta última Comunidad la única cuyo porcentaje de producción de excelencia supera al obtenido en producción bruta. Por ello, concluye que la transferencia de competencias en materia de investigación no ha conseguido paliar el desequilibrio existente entre las distintas regiones del país.

Morillo y de Filippo (2009) tratan de analizar la descentralización de la actividad científica en España, en concreto, en los aspectos relacionados con su capital (Madrid). Tomando como conjunto de datos la producción científica española contenida en las bases de datos de Web of Science en el periodo 2001-2005, concluyen que las Comunidades que más aumentan su producción durante esos años son Valencia y Andalucía, destacando también por su crecimiento excepcional Castilla la Mancha. Además, aprecian una amplia colaboración entre instituciones de distintas regiones con otras ubicadas en Madrid y Cataluña, e incluso afirman que la colaboración con la Comunidad de Madrid, conlleva un incremento en el impacto de algunas publicaciones, suponiendo esta, por lo tanto, un importante apoyo para regiones pequeñas.

No obstante, resulta difícil localizar artículos científicos posteriores, que aborden el tema de la producción científica española en un contexto general, ya que, la mayor parte de trabajos publicados en revistas en los últimos años, se centran en un campo de conocimiento determinado (Repiso y Moreno-Delgado, 2022; Gómez-Crisóstomo y Luna-Sáez, 2022; Haba-Osca, Osca-Lluch y González-Sala, 2020; Calderón-Garrido y Gustems-Carnicer, 2018).

En lo que a patentes se refiere, son menos los informes y trabajos publicados. No obstante, la Oficina Española de Patentes y Marcas publica, con carácter anual, un informe en el que recoge la información relativa a las patentes, tanto a nivel nacional como autonómico. El último informe publicado corresponde al año 2020 (OEPM, 2020). En él se recoge que en el año 2020 el número de patentes nacionales solicitadas creció por primera vez en los últimos once años, con un aumento del 9,2 %, con respecto al año anterior. Las Comunidades con un mayor número de solicitudes en dicho año fueron Madrid, Valencia, Andalucía y Cataluña, todas ellas con más de 100 solicitudes en el año estudiado.

Si bien, como se ha comentado, resulta difícil localizar publicaciones científicas actuales que aborden el tema de la producción científica española en su conjunto, más difícil aún resulta encontrar trabajos cuyo objeto de estudio sean las patentes solicitadas en nuestro país. Solo algunos autores, estudian aspectos relacionados con las patentes, sin centrarse en el análisis de la producción científica nacional. Así, Martínez y Bares (2018) examinan el vínculo entre la transferencia de tecnología y la extensión internacional de patentes universitarias en España, y concluyen que la cantidad de familias de patentes internacionales presentadas por una universidad puede usarse como un indicador aproximado de

la actividad de transferencia de tecnología, y Al-tuzarra (2018) proporciona una evidencia empírica sobre el vínculo entre el gasto en I+D interna de las empresas y el registro de patentes mediante la aplicación de la prueba de causalidad de Granger.

Otros autores, como Guerrero-Bote, Sánchez-Jiménez y De-Moya-Anegón (2019), abordan la temática de las patentes desde otra perspectiva, tratando de establecer un vínculo entre ellas y la producción científica y desarrollar indicadores de impacto tecnológico (Guerrero-Bote, Moed y Moya-Anegón, 2021a y 2021b).

Por este motivo, el objetivo del presente trabajo, consiste en analizar y caracterizar la producción científica española, con el fin de conocer y comparar la situación de las distintas Comunidades Autónomas en cuanto a indicadores socioeconómicos, cuantitativos y cualitativos de producción científica, así como indicadores relacionados con patentes.

2. Material y Método

Los datos utilizados para la realización del presente trabajo, han sido extraídos de tres de las plataformas creadas por el grupo SCImago: SCImago Journal & Country Rank (SJ&CR), SCImago Institutions Rankings (SIR) y SCImago Patents Rank (SPR) (en desarrollo) basadas en la información incluida en la base de datos Scopus de Elsevier y PATSTAT (SCImago, 2022a, 2022b).

Como indican algunos autores (Hanne, 2004; Pickering, 2004), Scopus es una de las bases de datos que incluye un mayor número de revistas y congresos científicos. Por su importancia en la comunidad científica, ha sido estudiada en un amplio número de trabajos (Singh et al., 2021; Torres-Salinas y Jiménez-Contreras, 2010; Archambault et al., 2009; Leydesdorff, De-Moya-Anegón y Guerrero-Bote, 2010; De-Moya-Anegón et al., 2007; Guallar et al., 2021), además de haber sido utilizada como fuente de datos de otros tantos (Moreira-Mieles, et al., 2020; Romo-Fernández et al., 2011).

PATSTAT (“EPO worldwide PATent STATistical Database”) es una base de datos de patentes de todo el mundo creada por la EPO (European Patent Office) distribuida a partir de 2008 para ayudar a la investigación estadística de patentes.

PATSTAT ha llegado a ser un estándar de facto (Kang y Tarasconi, 2016) porque tiene cobertura mundial, incluye más información y tiene productos auxiliares para solucionar problemas. Aunque tiene dos limitaciones, una es que, al contener datos procedentes de las oficinas de patentes,

están orientados al proceso de examinación de patentes, de modo que los datos que no son necesarios para dicho proceso son de peor calidad. Y la otra limitación es que, aunque contiene datos de todo el mundo, los datos se intercambian con otras oficinas mediante acuerdos que pueden dejar algunos vacíos de datos (European Patent Office, 2018).

Debido a la primera de las limitaciones mencionadas, las referencias a Non-Patent Literature (referencias NPL) que incluye no están normalizadas. Esto supone un problema importante para enlazarlas con los registros de la base de datos bibliográfica. Jefferson et al. (2018) usaron PubMed y Crossref, pero no indican cómo resuelven casos en que se recuperaron más de un DOI, o cuánta seguridad tienen en que el documento recuperado corresponde a la referencia.

Para el enlazado de las referencias NPL de la base de datos PATSTAT con los documentos científicos de Scopus, se ha utilizado el procedimiento desarrollado e implementado con buenos resultados y costes asumibles en SCImago Research Group. Este procedimiento consiste en dos fases: una amplia generación de parejas candidatas y otra fase de validación (Guerrero-Bote, Sánchez-Jiménez y De-Moya-Anegón, 2019).

A través de los datos de Scopus proporcionados por Elsevier al grupo de investigación SCImago para la elaboración del SCImago Institution Rankings (SIR), se han recuperado 1.276.914 documentos primarios publicados en el periodo 2003-2020, firmados por autores afiliados a instituciones españolas. Estas instituciones han sido sometidas a un proceso de normalización semiautomática para identificar la Comunidad Autónoma a la que pertenece cada una de ellas, a fin de presentar estos datos desagregados en el ranking anteriormente mencionado. Se considera que los datos elaborados siguiendo este procedimiento para la elaboración del SIR, gozan de la fiabilidad necesaria para poder ser utilizados como fuente de datos en otros trabajos como el que aquí se presenta. Con estos datos normalizados y desagregados a nivel de Comunidad Autónoma, se pretende establecer un benchmarking entre todas ellas y conocer la situación de la actividad científica en nuestro país.

Los indicadores utilizados para la realización de este trabajo han sido los siguientes:

- Ndoc: número de documentos publicados en revistas científicas recogidas en la base de datos de Scopus.
- % Ndoc: porcentaje que suponen los documentos de cada Comunidad Autónoma con respecto al total de la producción española.

- Ndocc: número de documentos primarios (artículos, reviews y conference papers) publicados en revistas científicas recogidas en la base de datos de Scopus.
- % Ndocc: porcentaje que suponen los documentos primarios de cada Comunidad Autónoma con respecto al total de la producción primaria española.
- Citas por documento: promedio de citas recibidas por los documentos primarios de cada Comunidad Autónoma.
- % Documentos citados: porcentaje de documentos primarios de cada Comunidad Autónoma que han sido citados en alguna ocasión con respecto al total de documentos primarios de dicha Comunidad.
- % Colaboración internacional: porcentaje de los documentos primarios realizados por autores de cada Comunidad, que cuentan con la colaboración de autores afiliados a instituciones de otros países, respecto al total de documentos primarios de dicha Comunidad.
- % Colaboración nacional: porcentaje de documentos primarios realizados por autores de cada Comunidad, que cuentan con la colaboración de autores afiliados a instituciones de otras Comunidades, respecto al total de documentos primarios de dicha Comunidad.
- % Liderazgo: porcentaje de documentos primarios en los que un autor de la correspondiente Comunidad Autónoma ha actuado como líder (autor de correspondencia) (De-Moya-Anegón et al., 2013), con respecto al total de documentos primarios de dicha Comunidad.
- Impacto normalizado (IN): promedio de la citación normalizada recibida por cada documento, entendiéndose ésta como la ratio entre la citación recibida por el documento y la citación promedio de los documentos del mismo tipo, año y categoría (Rehn y Kronman, 2008). Es un indicador independiente del tamaño.
- % Excelencia10: porcentaje de documentos primarios de cada Comunidad, que se encuentran entre el 10% más citado en Scopus del mismo año de publicación, tipo documental y categoría temática a la que pertenece el documento según Scopus (Bornmann, De-Moya-Anegón y Leydesdorff, 2012), con respecto al total de documentos primarios de cada Comunidad.
- % Excelencia10 liderada: porcentaje de documentos primarios de cada Comunidad, que se encuentran entre el 10% más citado en Scopus del mismo año de publicación, tipo documental y categoría temática a la que pertenece el documento según Scopus (Bornmann, De-Moya-Anegón y Leydesdorff, 2012), con respecto al total de documentos primarios de cada Comunidad.
- % Excelencia1: porcentaje de documentos primarios de cada Comunidad, que se encuentran entre el 1% más citado en Scopus del mismo año de publicación, tipo documental y categoría temática a la que pertenece el documento según Scopus (Bornmann, De-Moya-Anegón y Leydesdorff, 2012), con respecto al total de documentos primarios de dicha Comunidad Autónoma.
- Invenciones: también conocido como familia de patentes, es el conjunto de solicitudes de una misma patente de una institución en distintas oficinas de patentes del mundo.
- Solicitudes: solicitudes de patentes, es decir, solicitud de protección de una invención por parte de una institución en una oficina de patentes del mundo.
- Promedio de Solicitudes: número medio de solicitudes de patentes por cada invención en cada Comunidad.
- Promedio de Países: número medio de países en los que presentan sus solicitudes de patentes cada Comunidad.
- Ratio de Internacionalización económica: porción del PIB mundial donde solicita protección cada Comunidad.
- Citas de invenciones y % Citas de invenciones: número de citas recibidas por los documentos primarios de una Comunidad, procedentes de invenciones y porcentaje que suponen con respecto al total de citas procedentes de invenciones recibidas por la producción primaria nacional.
- Impacto Tecnológico: promedio de la citación normalizada recibida por cada documento procedente de invenciones, entendiéndose ésta como la ratio entre la citación recibida por el documento procedente de invenciones y la citación promedio de los documentos del mismo tipo, año y categoría procedente de invenciones (Guerrero-Bote, Moed y Moya-Anegón, 2021a).
- Fuerza Bruta Tecnológica y % Fuerza Bruta Tecnológica: resultado de multiplicar la

producción primaria de cada Comunidad por su Impacto Tecnológico y porcentaje que supone con respecto al total de Fuerza Bruta Tecnológica del país (Guerrero-Bote, Moed y Moya-Anegón, 2021a).

- Tasa de variación (TV): para ver la evolución de los indicadores anteriores en este período se ha calculado una tasa de variación entre el promedio del primer trienio (2003-2005) y el promedio del trienio 2018-2020. Los indicadores relacionados con la citación dependen, en gran medida, del tiempo que el documento haya tenido para ser citado, motivo por el cual, no se muestran las tasas de variación para esos indicadores.
- Gasto en I+D interna: Se consideran gastos en actividades de I+D interna a todas las cantidades destinadas a actividades de I+D, realizadas dentro de la unidad o centro investigador (gastos internos) o fuera de éstos (gastos externos), cualquiera que sea el origen de fondos. Los gastos llevados a cabo fuera del centro, pero en apoyo de tareas internas de I+D (compra de suministros para I+D, por ejemplo) también se incluirán como gastos en I+D interna. (Instituto Nacional de Estadística, 2022).

período, se sitúa en 236.508.247 euros, el gasto medio por documento primario en el país, se sitúa en 185,22 euros.

La Figura 1, en la columna de la izquierda, muestra el % de PIB en I+D (eje primario), así como el gasto en I+D interna (eje secundario) de cada Comunidad Autónoma en el periodo 2003-2019 y 2003-2020 respectivamente (últimos datos disponibles), según datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística (2022). Como se aprecia, País Vasco, Navarra, Madrid y Cataluña son las Comunidades con un mayor porcentaje de PIB, todas ellas con un valor por encima del 1,5%. En cuanto al gasto en I+D interna, destacan considerablemente las cifras de Madrid y Cataluña, superando los 60 y 50 millones de euros respectivamente. Cabe destacar que, mientras que el País Vasco dedica el mayor porcentaje de Producto Interior Bruto a I+D, se sitúa en cuarta posición en lo que a gasto se refiere, con poco más de 20 millones de euros. Lo mismo ocurre con Navarra, segunda Comunidad Autónoma en % PIB, pero octava en gasto en I+D interna.

Los principales indicadores bibliométricos de las distintas Comunidades Autónomas se muestran en las Tablas I y II, en las páginas siguientes. La primera refleja la producción primaria de cada una de ellas, el porcentaje que esta supone respecto a la producción primaria española, el promedio de citas por documento de cada Comunidad, así como los porcentajes de documentos citados, documentos con colaboración internacional y nacional, y documentos liderados. Además, se calcula la tasa de variación de los indicadores mencionados.

Madrid y Cataluña, Comunidades, como se ha visto anteriormente, con un mayor gasto en I+D interna, son las que cuentan con más número de trabajos primarios en el periodo estudiado, y, por consiguiente, las que aportan un mayor porcentaje de producción con respecto al total del país (ambas por encima del 25%). Es digno de mención el hecho de que, La Rioja, Comunidad con menor producción primaria en el periodo, obtenga la mayor tasa de variación tanto de producción primaria (Ndocc), como de porcentaje de producción primaria respecto a España (% Ndocc), datos que reflejan, que el esfuerzo realizado en producción científica en dicha Comunidad en el último trienio, es muy superior al de los años iniciales, a pesar de ser la región con un menor gasto en I+D interna en el periodo estudiado. En penúltimo lugar se posiciona Extremadura, que, junto con La Rioja, son las únicas dos regiones que aportan menos de 20.000 trabajos en los años analizados. Combinando estos datos con los mostrados en la Figura 1, es posible calcular el gasto por documento de cada

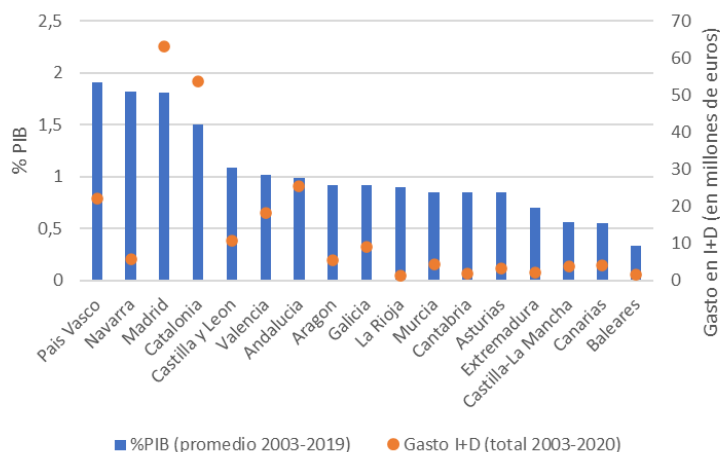


Figura 1. Porcentaje de PIB y gasto en I+D interna por Comunidades Autónomas

3. Resultados

La producción científica española recogida en la base de datos de Scopus en el periodo 2003-2020, entendiendo esta como la producción primaria (artículos, reviews y conference papers), asciende a 1.276.914. Teniendo en cuenta que, según datos del Instituto Nacional de Estadística (2022), el gasto en I+D interna del país en ese

Comunidad. Teniendo en cuenta que el gasto medio nacional, como se ha mencionado anteriormente, era de 185,22 euros, es destacable el hecho de que todas las Comunidades Autónomas se sitúan por debajo de esa cifra, a

excepción del País Vasco y Navarra, la última con una cifra muy similar a la nacional, pero la primera, con un gasto medio por publicación muy superior, de 312,47 euros.

CCAA	Ndocc	TV	%Ndocc	TV	Citas por documento	% Doc citados	% Colaboración internacional	TV	% Colaboración nacional	TV	% Liderazgo	TV
Madrid	361289	142,78	28,29	4,74	21,16	80,86	43,83	46,64	58,62	15,70	64,21	-19,94
Catalonia	331368	149,78	25,95	7,76	25,89	83,54	50,39	54,03	57,46	22,89	63,73	-23,74
Andalucia	204235	185,02	15,99	22,97	19,36	81,36	40,55	46,77	49,12	10,00	66,78	-15,52
Valencia	157834	159,65	12,36	12,02	21,16	81,07	40,45	45,92	49,15	16,10	65,08	-18,48
Galicia	78189	132,11	6,12	0,14	19,03	81,83	39,87	61,01	43,30	37,84	65,32	-23,50
País Vasco	71119	275,91	5,57	62,18	19,80	82,27	45,67	78,16	57,32	35,74	59,84	-22,87
Castilla y Leon	63251	171,99	4,95	17,34	16,22	78,22	36,23	45,75	50,20	22,60	63,15	-19,45
Aragon	51006	168,19	3,99	15,70	20,57	82,40	40,37	48,15	59,60	25,03	61,17	-22,03
Murcia	40419	193,37	3,17	26,57	17,43	81,16	35,23	94,50	51,06	23,85	63,64	-25,56
Canarias	38474	112,92	3,01	-8,14	24,54	82,23	49,20	29,03	54,51	40,20	54,79	-27,77
Asturias	36910	125,75	2,89	-2,61	22,94	83,97	38,09	75,76	53,05	27,65	59,60	-29,25
Castilla-La Mancha	32127	210,76	2,52	34,07	16,34	80,43	32,98	64,53	51,84	14,95	60,94	-15,36
Navarra	31467	133,84	2,46	0,88	20,79	81,03	38,42	84,63	57,00	28,35	61,47	-29,55
Cantabria	22316	159,02	1,75	11,75	23,95	81,07	42,28	45,36	59,78	19,17	53,87	-25,69
Baleares	20644	168,03	1,62	15,64	26,86	83,96	44,90	27,76	60,65	19,70	54,97	-26,76
Extremadura	18945	173,37	1,48	17,94	16,14	79,60	32,71	87,43	42,84	46,94	64,87	-24,17
La Rioja	7602	483,93	0,60	151,92	13,27	76,47	30,79	117,96	58,47	13,78	56,93	-18,96

Tabla 1. Ndocc, % Ndocc, Citas por documento, % Documentos citados, % Colaboración internacional, % Colaboración nacional, %Liderazgo por Comunidades Autónomas en el periodo 2003-2020 y tasas de variación del trienio 2018-2020 con respecto al trienio 2003-2005

Respecto a las citas recibidas por los trabajos de cada Comunidad, destaca el hecho de que no siempre son las Comunidades más productivas las que más citas reciben. Baleares, en la posición 15 en cuanto a producción primaria, es la que obtiene un mayor promedio de citas por documento (26,86), seguida de Cataluña (segunda en producción), con 25,89. Por su lado, La Rioja y Extremadura son las que peores cifras obtienen, con 13,27 y 16,14 respectivamente, coincidiendo en este caso sus posiciones, con las obtenidas para la producción primaria. En lo que se refiere al porcentaje de documentos citados, se aprecia en la Tabla 1 que más del 80 % de la producción primaria de prácticamente todas las Comunidades ha sido citada en alguna ocasión. Solo La Rioja, Castilla y León y Extremadura se sitúan por debajo de dicho porcentaje.

Cataluña y Canarias presentan alrededor del 50 % de su producción primaria firmada en colaboración con otros países, siendo de nuevo La Rioja y Extremadura las Comunidades con un menor porcentaje de trabajos firmados en colaboración internacional. No obstante, destaca el hecho de que, estas dos Comunidades, junto con Murcia, son las que alcanzan una mayor tasa de variación, lo que muestra una mayor tendencia a

firmar trabajos en colaboración con otros países en los últimos años analizados.

Prácticamente todas las Comunidades firman aproximadamente la mitad de sus trabajos en colaboración con autores afiliados a instituciones pertenecientes a otras Comunidades Autónomas. Extremadura y Galicia son las únicas regiones que se sitúan ligeramente por debajo de esta cifra (ambas con alrededor del 43 % de colaboración nacional). De nuevo, Extremadura, a pesar de ser la Comunidad con un menor porcentaje de trabajos en colaboración nacional, es la que mayor tasa de variación presenta, mostrando, de este modo, un mayor y reciente esfuerzo por colaborar con otras Comunidades.

El liderazgo científico se caracteriza por contar con una correlación negativa respecto a la colaboración, es decir, a mayor colaboración, menor probabilidad de liderazgo. Por este motivo, al contar todas las Comunidades con una tasa de variación positiva en lo que a colaboración se refiere, hace que las tasas de variación relativas al liderazgo sean negativas en todos los casos. No obstante, y a pesar de que las cifras obtenidas en colaboración son bastante altas en muchas ocasiones, los porcentajes de liderazgo también son bastante favorables, situándose, en todos los casos, por encima del 50 %.

CCAA	Impacto normalizado	TV	% Excelencia 10	TV	% Excelencia 10 liderada	TV	% Excelencia 1	TV	% Q1	TV
Baleares	1,59	-1,62	18,18	38,92	7,50	-9,22	2,62	134,30	56,49	21,46
Catalonia	1,56	17,01	19,61	26,28	9,97	-9,35	2,80	47,04	55,88	23,12
Cantabria	1,50	82,43	18,28	87,74	6,03	37,27	2,73	197,11	50,90	28,65
Pais Vasco	1,36	25,63	17,70	32,71	8,48	-2,21	2,10	72,72	54,96	19,80
Asturias	1,34	26,38	17,14	21,38	7,32	-34,91	2,04	65,03	54,79	8,89
Canarias	1,32	48,27	15,51	50,27	5,57	-10,93	1,94	73,42	54,23	22,22
Navarra	1,30	28,82	16,86	23,86	8,20	-22,00	2,06	99,92	51,72	32,61
Madrid	1,29	26,82	16,15	30,25	8,15	-5,01	2,01	87,56	52,49	14,21
Valencia	1,29	13,90	16,70	16,90	8,85	-16,53	2,01	54,80	49,76	15,32
Aragon	1,27	-11,44	16,29	11,31	8,47	-23,36	1,72	2,86	53,72	17,07
Andalucía	1,21	18,50	15,70	27,00	8,62	2,35	1,72	65,56	51,15	11,96
Galicia	1,18	36,08	14,88	36,58	7,68	0,55	1,68	60,80	50,72	14,02
Murcia	1,18	22,98	15,69	20,89	8,31	-19,82	1,47	64,76	48,87	11,72
Extremadura	1,11	22,09	12,86	23,92	6,60	-6,26	1,43	64,60	45,72	5,16
Castilla-La Mancha	1,09	14,00	14,39	14,22	7,44	-1,54	1,26	76,99	47,67	17,43
La Rioja	1,08	18,78	13,29	14,36	6,87	-0,77	1,32	145,47	46,71	-6,13
Castilla y Leon	1,05	20,58	13,17	36,48	6,47	8,48	1,36	64,41	47,54	8,30

Tabla II. Impacto normalizado, % Excelencia10, %Excelencia liderada y % Excelencia 1 por Comunidades Autónomas en el periodo 2003-2020 y tasas de variación del trienio 2018-2020 con respecto al trienio 2003-2005

La Tabla II recoge indicadores relacionados con la calidad de los trabajos publicados por cada Comunidad Autónoma, así como la tasa de variación de cada uno de ellos.

Tal y como se observa en la Tabla II, todas las Comunidades Autónomas obtienen un impacto normalizado por encima de la media mundial, siendo Baleares, Cataluña y Cantabria las que mejores datos alcanzan, a pesar de que tanto Baleares como Cantabria se situaban a la cola en lo que a gastos en I+D se refiere, y en decimocuarta y decimoquinta posición en cuanto a producción. Cantabria, además, destaca por ser la región con una mayor tasa de variación en el indicador mencionado. Si bien prácticamente todas las Comunidades consiguen una tasa de variación positiva en el último trienio, Baleares y Aragón no siguen ese patrón.

En lo que respecta a la Excelencia, tanto la referida al 10 % de trabajos, como al 1 % de los mismos, son Cataluña, Cantabria y Baleares las que mejores cifras presentan, con más del 18 % y del 2,7 % de sus trabajos en Excelencia 10 y Excelencia 1 respectivamente. De nuevo, contrastan los datos obtenidos por Baleares y Cantabria, con los mostrados, tanto en la Figura 1, relativos al gasto en I+D interna, como en la Tabla 1, relativos a la producción primaria, pues, en aquellos, ambas Comunidades se situaban en las últimas posiciones. Además, Cantabria destaca como la región con una mayor tasa de variación en ambos indicadores, claro reflejo del esfuerzo depositado en el aumento de la calidad de sus trabajos, en el último trienio. Tanto en Excelencia 10, como en Excelencia 1, las Comunidades que ocupan las últimas posiciones son Extremadura, La Rioja,

Castilla y León y Castilla-La Mancha, coincidiendo todas ellas con los datos mostrados para el impacto normalizado. De entre todas ellas, destaca, por su contraste con las cifras obtenidas en indicadores anteriores (% PIB, Gasto en I+D interna y producción primaria), Castilla y León.

Extrayendo solo los documentos de Excelencia 10 liderados por cada Comunidad, se observa que todas ellas pierden entre el 6 % y el 12 % de sus trabajos, siendo Cantabria la que disminuye en mayor medida su porcentaje, a pesar de ser la que obtiene una mayor tasa de variación. Destaca el hecho de que, a excepción de Cantabria, Castilla y León, Andalucía y Galicia, todas las demás Comunidades presentan tasas de variación negativas en este indicador, dato relacionado, como se comentó anteriormente, con las tasas de colaboración.

Por último, todas las Comunidades Autónomas publican aproximadamente la mitad de sus trabajos primarios en revistas posicionadas en el Q1 de Scopus, con cifras que oscilan entre el 45,72 % de Extremadura y el 56,49 % de Baleares. Estos datos reflejan una considerable calidad de los trabajos publicados en nuestro país. De hecho, tal y como muestran las tasas de variación, existe una clara tendencia positiva en cada una de las regiones, a excepción de La Rioja.

La Figura 2 combina varios de los indicadores hasta ahora mencionados, ofreciendo una visión general de los mismos. Por un lado, la posición en el eje horizontal refleja el valor de impacto normalizado obtenido por la Comunidad. Por otro, la posición en el eje vertical refleja el porcentaje de Excelencia 10 liderada. Y, por último, el tamaño de

los distintos círculos de cada Comunidad, representan, del de mayor tamaño al de menor, el volumen de producción primaria, su producción liderada, su producción de Excelencia 10, y su producción de Excelencia 10 liderada. En ella se puede observar una gran correlación entre el Impacto normalizado y el % Excelencia 10 liderada de las distintas Comunidades Autónomas ($R^2=0,93$). De este modo, se aprecia cómo Cataluña, debido a su posición en la figura, es la región que mejores valores alcanza tanto en impacto normalizado, como en porcentaje de Excelencia 10 Liderada, contando además con una extensa producción primaria, a pesar de que su

producción liderada, de Excelencia 10 y de Excelencia 10 liderada, no supongan amplios porcentajes respecto al total. Por su lado, Canarias y Cantabria son las que peores cifras presentan en cuanto a % de Excelencia 10 liderada, siendo Castilla y León y La Rioja, las peores posicionadas en lo que a Impacto Normalizado se refiere. Si comparamos la posición en los dos ejes, los dos son indicadores de impacto independientes del tamaño, uno de la producción total, y otro de la producción liderada, de modo que las CCAA que aparecen bajo la recta son aquellas que incrementan más su impacto con la producción no liderada.

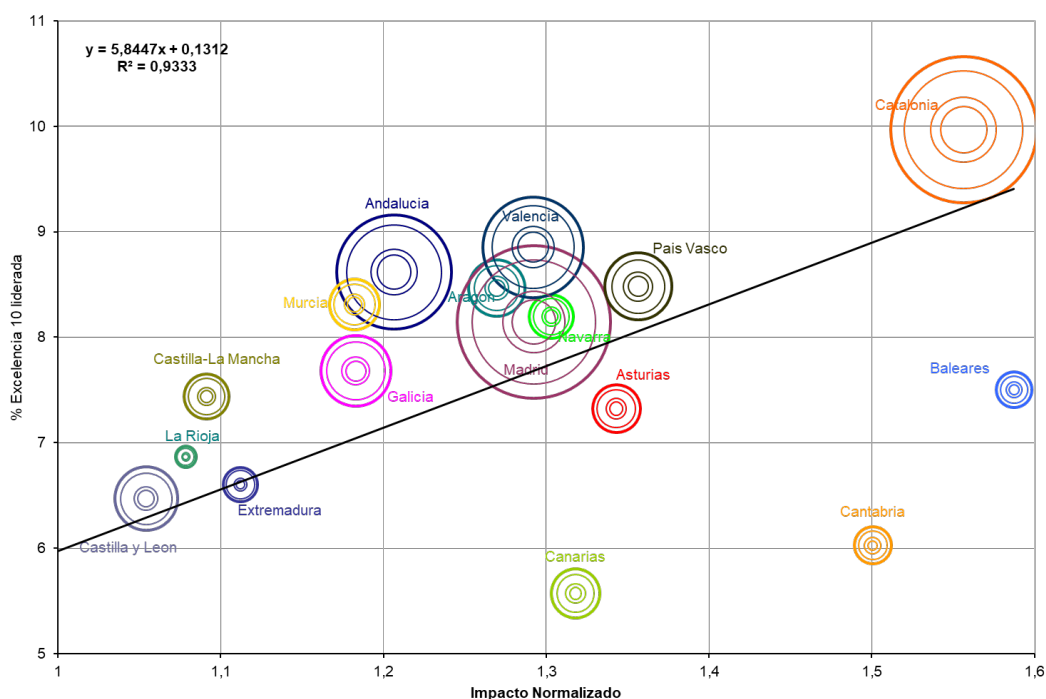


Figura 2. Impacto normalizado, % Excelencia 10 liderada, Ndocc, Producción liderada, Producción de Excelencia 10 y Producción de Excelencia 10 liderada

En la Figura 3 se muestra la red de colaboración entre las distintas Comunidades Autónomas. Para su elaboración, se ha utilizado el software SCImago-Graphica (Hassan-Montero, de-Moya-Anegón y Guerrero-Bote 2022; SCImago, 2022c). En la red, el tamaño de los nodos refleja el volumen de producción primaria de cada región. Se ha tomado como peso de cada enlace el cociente entre la porción de producción en colaboración real de cada par de Comunidades Autónomas y la probabilidad de que un trabajo nacional resulte tener colaboración entre dichas Comunidades. Este peso determina el grosor de cada enlace, mientras que la opacidad de los enlaces está determinada por el impacto normalizado.

SCImago-Graphica implementa un algoritmo de detección de comunidades (Clauset, Newman y

Moore, 2004), al que le hemos indicado cinco como número mínimo de comunidades y cuyo resultado en colores se muestra en la figura 3. En el clúster/comunidad azul se agrupan Madrid, Cataluña, Aragón, Castilla La Mancha, Baleares y La Rioja. En el verde Andalucía, Galicia, Castilla y León y Extremadura. Canarias aparece en el clúster amarillo junto a Asturias y Cantabria. Valencia y Murcia aparecen en el clúster morado y País Vasco y Navarra en el marrón. Los grupos formados por la colaboración tienen una gran relación geográfica como es lógico.

Solamente hay cuatro enlaces que superan en peso la unidad que son entre: Asturias y Cantabria, Castilla La Mancha y La Rioja, País Vasco y Navarra, y Aragón y La Rioja.

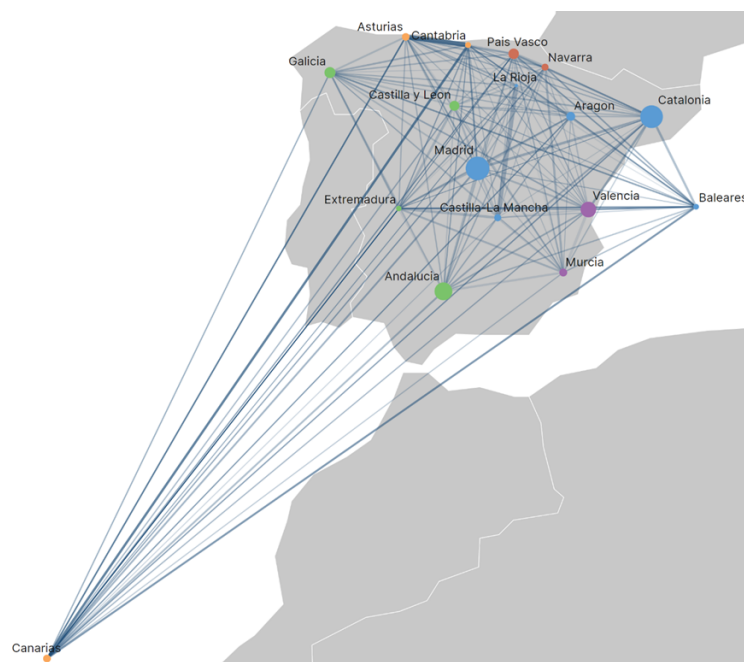


Figura 3. Red de colaboración científica entre las distintas Comunidades Autónomas

Todos los enlaces superan la unidad en impacto, destacando por superar 3 las colaboraciones entre: Canarias y Extremadura, Canarias y Asturias, Asturias y Cantabria, y Canarias y Cantabria. Si hallamos el promedio del impacto normalizado de los enlaces de cada comunidad encontramos que las que mayor impacto obtienen en sus colaboraciones nacionales son: Canarias, Extremadura y Baleares, podríamos decir que son las que más aisladas geográficamente se encuentran, las dos insulares más Extremadura. Estas tres

comunidades también vienen a tener un bajo peso en sus enlaces.

Los enlaces de mayor volumen vienen a estar entre las comunidades de mayor volumen.

La Tabla III recoge indicadores que ponen de manifiesto la relación entre la producción científica de cada Comunidad y el tejido productivo mundial, entendiendo que esta relación se establece a través de las citas que se realizan en las invenciones y van dirigidas a la producción científica.

CCAA	Citas de Inventiones	TV Citas de Inventiones	% Citas de Inventiones	TV % Citas de Inventiones	Impacto Tecnológico	TV Impacto Tecnológico	Fuerza Bruta Tecnológica	TV Fuerza Bruta Tecnológica	% Fuerza Bruta Tecnológica	TV % Fuerza Bruta Tecnológica
Catalonia	47041	-56,50	33,35	19,32	0,90	7,85	296595,11	143,88	31,14	11,25
Madrid	42679	-64,76	30,26	-3,34	0,76	8,52	275491,05	124,81	28,98	2,55
Valencia	17406	-62,01	12,34	4,20	0,75	14,63	118952,18	150,52	12,49	14,28
Andalucía	15727	-68,18	11,15	-12,70	0,55	-17,68	112635,95	93,62	11,83	-11,67
Galicia	6947	-65,87	4,93	-6,38	0,55	-0,59	42769,06	98,01	4,49	-9,67
País Vasco	6834	-81,24	4,85	88,61	0,80	30,10	56702,22	316,25	5,95	89,89
Castilla y León	5201	-68,95	3,69	-14,83	0,44	-35,73	28090,75	38,08	2,95	-37,01
Aragón	5051	-51,55	3,58	32,90	0,69	12,42	35163,98	176,55	3,69	26,16
Navarra	4718	-53,37	3,35	27,91	0,81	0,63	25351,40	106,76	2,66	-5,68
Asturias	4027	-58,07	2,86	15,03	0,65	-13,78	23910,73	84,04	2,51	-16,05
Murcia	3195	-41,61	2,27	60,18	0,54	-30,72	21760,70	72,14	2,29	-21,47
Castilla-La Mancha	2437	-53,13	1,73	28,59	0,53	-20,57	17009,08	110,19	1,79	-4,11
Canarias	2216	-74,88	1,57	-31,10	0,37	-25,82	14083,60	41,66	1,48	-35,38
Cantabria	1638	-58,14	1,16	14,83	0,36	-29,29	8086,05	58,12	0,85	-27,87
Baleares	1544	-75,90	1,09	-33,90	0,40	-29,68	8252,33	62,12	0,87	-26,04
Extremadura	999	-69,60	0,71	-16,61	0,34	-34,19	6390,36	36,97	0,67	-37,52
La Rioja	265	-38,98	0,19	67,38	0,24	-59,81	1833,43	61,39	0,19	-26,37

Tabla III. Citas de invenciones, % Citas de invenciones, Impacto Tecnológico, Fuerza Bruta Tecnológica y % Fuerza Bruta Tecnológica por Comunidades Autónomas en el periodo 2003-2020, y tasas de variación del trienio 2018-2020 con respecto al trienio 2003-2005

Tal y como se aprecia, vuelven a ser Cataluña y Madrid las Comunidades Autónomas que mayores valores obtienen en los indicadores que relacionan la producción científica con el tejido productivo, si bien no son las que mejores tasas de variación alcanzan para estos indicadores. Entre ellas reciben más del 60 % de las citas del país procedentes de invenciones, y aglutinan la misma cifra en lo que a porcentaje de Fuerza Bruta se refiere. No obstante, Madrid no alcanza un Impacto Tecnológico muy destacable, ya que, Comunidades con menor citación procedente de invenciones, como País Vasco y Navarra, la superan en este indicador, datos que reflejan que su producción científica tiene una mayor repercusión sobre el tejido productivo mundial. Además, las tasas de variación obtenidas por País Vasco en estos indicadores, muy superiores a las del resto de Comunidades, dejan constancia del

mayor esfuerzo realizado en los últimos años. Cabe destacar que, tanto País Vasco como Navarra, se posicionaban como las Comunidades que mayor porcentaje de PIB dedicaban a la I+D en el periodo analizado. Por su lado, La Rioja y Extremadura son las únicas regiones cuya producción científica recibe menos de mil citas procedentes de invenciones a lo largo del periodo, siendo además las Comunidades con menores valores en el resto de indicadores recogidos en la Tabla III.

La Tabla IV recoge las invenciones (familias de patentes) presentadas por cada Comunidad Autónoma en el periodo estudiado, así como las solicitudes totales y el promedio que estas suponen para cada región. Además, se incluye el Promedio de Países en los que se presentan las solicitudes y la Ratio de Internacionalización económica.

CCAA	Inventiones	Solicitudes	Promedio Solicitudes	Promedio de Países	Ratio de Internacionalización económica
Madrid	7181	18641	2,60	16,90	0,25
Catalonia	5263	19236	3,65	19,14	0,30
Andalucia	2391	4777	2,00	9,24	0,14
Aragon	1413	1864	1,32	17,83	0,19
Valencia	1381	3267	2,37	10,86	0,17
País Vasco	1233	3938	3,19	22,10	0,32
Galicia	885	1515	1,71	8,18	0,11
Castilla y Leon	833	1510	1,81	10,57	0,15
Navarra	652	2150	3,30	22,85	0,37
Asturias	233	563	2,42	15,19	0,22
Murcia	231	394	1,71	6,87	0,09
Canarias	195	320	1,64	5,31	0,08
Extremadura	192	220	1,15	1,80	0,03
Castilla-La Mancha	177	442	2,50	9,92	0,15
Cantabria	161	229	1,42	3,50	0,05
La Rioja	103	116	1,13	2,83	0,03
Baleares	76	280	3,68	14,55	0,23

Tabla IV. Número de invenciones, Solicitudes, Promedio de Solicitudes, Promedio de Países y Ratio de Internacionalización económica

Según datos de FECYT, la posición de España en los aspectos relacionados con la transferencia de conocimiento, entendida esta como la generación de patentes, es muy inferior a la mostrada para la producción científica. Mientras que en aquella ocupaba la décima posición, en lo que a patentes otorgadas se refiere desciende hasta la posición 21 a nivel mundial en el año 2020 (WIPO, s.f.).

Al igual que ocurría en la tabla anterior, son Madrid y Cataluña las Comunidades que presentan tanto un mayor número de invenciones, como una mayor cifra de solicitudes de patentes, pero de nuevo, se ven superadas por otras Comunidades en algunos de los indicadores mostrados. En lo que a promedio de solicitudes por invención se

refiere, son Baleares, Cataluña, Navarra y País Vasco, las mejores posicionadas, todas ellas con cifras situadas por encima de 3, mientras que, tanto para el Promedio de Países, como para la Ratio de Internacionalización económica, son de nuevo Navarra y País Vasco las Comunidades que destacan, datos que reflejan un mayor interés por parte de las políticas científicas de estas regiones, por proteger los resultados de sus investigaciones a nivel internacional.

4. Conclusiones y discusión

Según datos del grupo SCImago (2022a), en el año 2020 la producción científica española asciende a 121.331 documentos, datos que la sitúan en la duodécima posición a nivel mundial, y

quinta entre los países europeos, solo por detrás de Reino Unido, Alemania, Italia y Francia. A pesar de ello, el gasto en I+D interna en % de PIB de España se sitúa en 1,41 (Instituto Nacional de Estadística, 2021), cifra que se encuentra muy por debajo de la media europea (2,32).

La producción científica de las distintas Comunidades Autónomas, aunque ha experimentado un notable crecimiento en las últimas décadas, sigue siendo, como es lógico, muy desigual. Si bien, estudios anteriores reflejaban que la producción científica española del periodo de 15 años comprendido entre 1990-2004 ascendía a alrededor de los 340.000 documentos, la Comunidad de Madrid, en el periodo objeto de estudio en este trabajo (2003-2020, es decir, 17 años), supera dicha cifra. Este exponencial crecimiento, que se da, en mayor o menor medida en todas las regiones, puede guardar relación con las políticas de evaluación de la carrera académica e investigadora que, desde hace años, se llevan a cabo en España (ANECA, s.f.), en las que se valoran, principalmente, las publicaciones contenidas en revistas de prestigio indexadas en bases de datos como Scopus.

Las Comunidades Autónomas con un mayor porcentaje de PIB destinado a I+D+i son País Vasco, Navarra, Madrid y Cataluña, siendo, además, según datos del Instituto Nacional de Estadística (2021), las Comunidades con un mayor gasto interno de I+D por habitante, si bien, solo las dos últimas superan los 50 millones de gastos en I+D en el periodo estudiado. Estas dos Comunidades son, a su vez, las que aglutinan un mayor número de trabajos primarios, ambas, con más de 300.000 en el periodo estudiado. Es fácil extraer de estos datos, que el gasto por publicación de País Vasco y Navarra va a ser muy superior al de Madrid y Cataluña, y, por extensión, al del resto de Comunidades Autónomas y a la media nacional. No obstante, La Rioja y País Vasco presentan una tasa de variación del último trienio con respecto al primero muy superior al resto de Comunidades, lo que refleja que su producción está experimentando un crecimiento a un ritmo mayor que el experimentado a nivel nacional. En cualquier caso, es imprescindible analizar estos datos teniendo presente que las políticas públicas de I+D+i por CCAA difieren en cuanto al balance de gasto entre ciencia y transferencia. Esto tiene consecuencias a la hora de analizar la relación entre inversión y output científico o tecnológico.

Por su lado, la Comunidad Autónoma de Baleares, con una escasa producción en comparación con otras regiones, así como un menor gasto medio por publicación, destaca en términos cualitativos, siendo la que alcanza un mayor impacto normalizado, mayor promedio de citas por

documento y porcentaje de documentos citados, mayor porcentaje de trabajos en Q1, y muy buenos valores en porcentajes de Excelencia 10 y Excelencia 1, todo ello, quizás ligado, a los altos porcentajes de colaboración que presenta, tanto nacional, como internacional.

En estos últimos indicadores, porcentaje de Excelencia 10 y de Excelencia 1, además de en el porcentaje de Excelencia 10 liderada, se sitúa en primera posición Cataluña. Cabe destacar la situación de Cantabria, pues, además de ser una de las Comunidades con menor tamaño de producción, se sitúa en muy buenas posiciones en cuanto a impacto y excelencia, obteniendo, además, unas tasas de variación del último trienio con respecto al primero, muy superiores a las del resto de Comunidades, lo que refleja el esfuerzo realizado por esta comunidad en los últimos años para aumentar la calidad de sus trabajos.

Cabe destacar la situación de Cantabria y Canarias, Comunidades con un alto impacto, alto porcentaje de liderazgo y alta colaboración internacional, pero, con baja excelencia con liderazgo. Es decir, la alta colaboración internacional se traduce en gran impacto y alta excelencia 10, pero poca de esa colaboración se lidera. Este hecho puede deberse a la presencia de grandes institutos de investigación, cuya producción sea considerada de Excelencia, pero que, debido a los altos porcentajes de colaboración, esté liderada por otras instituciones.

En cuanto a la relación que la producción científica tiene en el tejido productivo mundial, destacan de nuevo las Comunidades de Cataluña y Madrid, como las que obtienen un mayor número de citas procedentes de invenciones, así como una mayor fuerza bruta. Cataluña es, a su vez, la que alcanza un mayor Impacto Tecnológico. No obstante, País Vasco es la región que presenta una mayor tasa de variación en estos indicadores.

Por último, este mismo patrón se refleja en los resultados basados en la protección de las investigaciones realizadas. Madrid y Cataluña son, con gran diferencia, las regiones con un mayor número de invenciones y de solicitudes de patentes en el periodo estudiado, a diferencia de los datos ofrecidos por la OEPM (2020) para el año 2020, en los que Valencia y Andalucía se posicionan por delante de Cataluña. Si bien, en lo que se refiere al promedio de solicitudes por invención, Baleares obtiene los mejores valores. Por otro lado, las Comunidades que muestran un mayor esfuerzo en la protección de sus resultados de investigación a nivel internacional, son Navarra y País Vasco, como ya se mencionó anteriormente, dos de las Comunidades con un mayor porcentaje de PIB dedicado a la I+D. Además,

ambas Comunidades, presentan un promedio de países en los que se solicita protección y, por tanto, una ratio de internacionalización económica, elevados respecto al resto, hecho que puede deberse a que, en ellas, tanto empresas como administración, destinan una gran parte de lo que se invierte en I+D+i a innovación. Esto hace que una menor parte de las patentes se soliciten para el desarrollo curricular, el tipo de patente que solicita protección en menos países.

Referencias

- Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) (s.f.). Evaluación del profesorado. ANE-CA. <http://www.aneca.es/Programas-de-evaluacion/Evaluacion-de-profesorado>
- Altuzarra, Amaia (2019). R&D and patents: is it a two way street? // *Economics of Innovation and New Technology*. 28:2, 180-196. <https://doi.org/10.1080/10438599.2018.1449726>
- Archambault, Éric; Campbell, David; Gingras, Yves; Larivière, Vincent (2009). Comparing Bibliometric Statistics Obtained from the Web of Science and Scopus. // *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. 60:7, 1320-1326. <https://doi.org/10.1002/asi.21062>
- Bornmann, Lutz; De-Moya-Anegón, Félix; Leydesdorff, Loet (2012). The new excellence indicator in the World Report of the SCImago Institutions Rankings 2011. // *Journal of Informetrics*. 6:2, 333-335. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2011.11.006>
- Buela-Casal, Gualberto; Bermúdez, M. Paz; Sierra, Juan-Carlos; Guillén-Riquelme, Alejandro; Quevedo-Blasco, Raúl (2015). Productividad y eficiencia en investigación por comunidades autónomas españolas según la financiación (2012). // *Revista Iberoamericana de Psicología y Salud*. 6:1, 1-10. [http://10.1016/s2171-2069\(15\)70001-3](http://10.1016/s2171-2069(15)70001-3)
- Calderón-Garrido, Diego; Gustems-Carnicer, Josep (2018). Análisis bibliométrico de la producción científica sobre educación musical en el periodo 2007-2016 en revistas incluidas en JCR. // *BiD: textos universitarios de bibliotecología y documentación*. 41. <http://dx.doi.org/10.1344/BiD2018.41.10>
- Clauset, Aaron; Newman, Mark E.J.; Moore, Christopher. (2004). Finding community structure in very large networks // *Physical Review*. 70:6, 066111.
- De-Moya-Anegón, Félix; Chinchilla-Rodríguez, Zaida; Vargas-Quesada, Benjamín; Corera-Álvarez, Elena; Muñoz-Fernández, Francisco-José; González-Molina, Antonio; Herrero-Solana, Víctor (2007). Coverage analysis of Scopus: A journal metric approach. // *Scientometrics*. 73, 53-78. <https://doi.org/10.1007/s11192-007-1681-4>
- De-Moya-Anegón, Félix (2012). Liderazgo y excelencia de la ciencia española. // *El Profesional de la Información*. 21: 2, 125-128. <https://doi.org/10.3145/epi.2012.mar.01>
- De-Moya-Anegón, Félix; Guerrero-Bote, Vicente P.; Bornmann, Lutz; Moed, Henk F. (2013). The research guarantors of scientific papers and the output counting: A promising new approach. // *Scientometrics*. 97, 421-434. <https://doi.org/10.1007/s11192-013-1046-0>
- European Patent Office (2018). Data catalog Patstat global. Versión 5.11. EPO Patstat customers. <https://www.epo.org>
- FECYT (2007). Indicadores Bibliométricos de la Actividad Científica española 1990-2004. Madrid: FECYT, ISBN 84 69050590.
- FECYT (2013). Indicadores Bibliométricos de la Actividad Científica Española 2010. Madrid: FECYT. ISBN 72012070.
- FECYT (2014). Indicadores Bibliométricos de la Actividad Científica Española 2011. Madrid: FECYT, ISBN 720 14 132 1
- Gómez-Crisóstomo, Rocío; Luna-Sáez, Rosa-Marina (2022). Cuatro décadas de biblioteconomía y documentación en España: análisis bibliométrico de producción científica. // *Revista Española de Documentación Científica*. 45:3, E334. <https://doi.org/10.3989/redc.2022.3.1878>
- Guallar, Javier; Pedraza-Jiménez, Rafael; Pérez-Montoro, Mario; Anton, Laura (2021). Curación de contenidos en periodismo. Indicadores y buenas prácticas. // *Revista Española de Documentación Científica*. 44: 2, e296. <https://doi.org/10.3989/redc.2021.2.1742>
- Guerrero-Bote, Vicente P.; Moed, Henk F.; De-Moya-Anegón, Félix. (2021a). New indicators of the technological impact of scientific production. // *Journal of Data and Information Science*. 6:4, 36-61. <https://doi.org/10.2478/jdis-2021-0028>
- Guerrero-Bote, Vicente P.; Moed, Henk F.; De-Moya-Anegón, Félix (2021b). A further step forward in measuring journals' technological factor. // *El Profesional de la información*. 30: 4, e300406. <https://doi.org/10.3145/epi.2021.jul.06>
- Guerrero-Bote, Vicente-Pablo; Sánchez-Jiménez, Rodrigo; De-Moya-Anegón, Félix (2019). The citation from patents to scientific output revisited: a new approach to the matching Patstat / Scopus. // *El Profesional de la Información*. 28: 4. <https://doi.org/10.3145/epi.2019.jul.01>
- Haba-Osca, Julia; Osca-Lluch, Julia; González-Sala, Francisco (2019). Producción científica española en literatura desde una perspectiva de género a través de Web of Science (1975-2017). // *Investigación bibliotecológica*. 33: 79, 35-50. <https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2019.79.57996>
- Hanne, Paula J. (2004). Elsevier announces Scopus service. // *Information today*. March 15. <http://newsbreaks.infotoday.com/nbreader.asp?ArticleID=16494>
- Hassan-Montero, Y., De-Moya-Anegón, F., Guerrero-Bote, V. P. (2022). SCImago Graphica: a new tool for exploring and visually communicating data. // *Profesional de la información*. 31:5. <https://doi.org/10.3145/epi.2022.sep.02>
- Instituto Nacional de Estadística (2021). Estadística sobre Actividades de I+D Año 2020. Datos definitivos. https://www.ine.es/prensa/imasd_2020.pdf
- Instituto Nacional de Estadística (2022). Glosario de Conceptos/Gastos en actividades de I+D interna. <https://www.ine.es/DEFIne/es/concepto.htm?c=4731&op=30060&p=1&n=20>
- Jefferson, Osmat A.; Jaffe, Adam; Ashton, Doug.; Warren, Ben; Koellhofer, Deniz; Dulleck, Uwe; Bilder, Geoff; Ballagh, Aaron; Moe, John.; DiCuccio, Michael; Ward, Karl; Dolby, Kevin; Jefferson, Richard A. (2018). Mapping the global influence of published research on industry and innovation. // *Nature biotechnology*. 36:1, 31-39. <https://doi.org/10.1038/nbt0818-772a>
- Kang, Byeongwoo; Tarasconi, Gianluca. (2016). Patstat revisited: Suggestions for better usage. // *World patent information*. 46, 56-63. <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2016.06.001>
- Leydesdorff, Loet; De-Moya-Anegón, Félix; Guerrero-Bote, Vicente P. (2010). Journal maps on the basis of Scopus data: A comparison with the Journal Citation Reports of the ISI. // *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. 61:2, 352-369. <https://doi.org/10.1002/asi.21250>

- Martínez, Catalina; Bares, Lydia (2018). The link between technology transfer and international extension of university patents: Evidence from Spain. // *Science and Public Policy*. 45: 6, 827–842. <https://doi.org/10.1093/scipol/scy008>
- Ministerio de Ciencia e Innovación (s.f.). Sistema de Información de Ciencia, Tecnología e Innovación (SICTI). <https://www.ciencia.gob.es/Estrategias-y-Planes/Sistema-de-Informacion-sobre-Ciencia--Tecnologia-e-Innovacion--SICTI-/Sistema-de-Informacion-de-Ciencia-Tecnologia-e-Innovacion-SICTI.html>
- Moreira-Mieles, Liggia; Morales-Intriago, Juan-Carlos; Crespo-Gascón, Sofía; Guerrero-Casado, José. (2020). Caracterización de la producción científica de Ecuador en el periodo 2007-2017 en Scopus. // *Investigación bibliotecológica*. 34:82, 141-157. <https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2020.82.58082>
- Morillo, Fernanda; De Filippo, Daniela. (2009). Descentralización de la actividad científica: el papel determinante de las regiones centrales: el caso de Madrid. // *Revista Española de Documentación Científica*. 32:3, 29–50. <https://doi.org/10.3989/redc.2009.3.684>
- OEPM (2020). La OEPM en cifras. https://www.oepm.es/export/sites/oepm/comun/documentos_relaciona-dos/Publicaciones/Folletos/La_OEPM_en_Cifras_2020.pdf
- Pickering, Bobby (2004). Elsevier prepares Scopus to rival ISI Web of science. // *Information world review*, 200. <http://140.234.252.185/c/articles/12723322/elsevier-prepares-scopus-rival-isi-web-science>
- Rehn, Catharina; Kronman, Ulf (2008). *Bibliometric handbook for Karolinska Institutet*. Karolinska Institutet University Library. Version 1.05. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1480.9447>
- Repiso, Rafael; Moreno-Delgado, Alicia (2022). Spanish scientific output in Communication indexed on Web of Science: contextualization and presence in the Shanghai Ranking. // *El Profesional de la Información*. 31:1. <https://doi.org/10.3145/epi.2022.ene.19>
- Romo-Fernández, Luz-María; López-Pujalte, Cristina; Guerre-ro-Bote, Vicente-Pablo.; De-Moya-Anegón, Félix (2011). Analysis of Europe's scientific production on renewable energies. // *Renewable energy*. 36: 9, 2529-2537. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.02.001>
- SCImago (2022a). SJ&CR. SCImago Journal & Country Rank. <http://www.scimagojr.com>
- SCImago (2022b). SIR. SCImago Institutions Rankings. <http://www.scimagoir.com>
- SCImago (2022c). SCImago Graphica. <https://graphica.app/>
- Singh, Vivev-Kumar.; Singh, Prashasti.; Karmakar, Mousumi.; Leta, Jacqueline.; Mayr, Philipp (2021). The journal coverage of Web of Science, Scopus and Dimensions: A comparative analysis. // *Scientometrics*. 126:6, 5113-5142. <https://doi.org/10.1007/s11192-021-03948-5>
- Torres-Salinas, Daniel; Jiménez-Contreras, Evaristo (2010). Introduction and comparative study of the new scientific journals citation indicators in Journal Citation Reports and Scopus = Introducción y estudio comparativo de los nuevos indicadores de citación sobre revistas científicas en Journal Citation Reports. // *El Profesional de la Información*. 19:2, 201-207. <https://doi.org/10.3145/epi.2010.mar.12>
- Van-Eck, Nees-Jan; Waltman, Ludo (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. // *Scientometrics*, 84:2, 523-538.
- Waltman, Ludo; Van-Eck, Nees-Jan; Noyons, Ed. C. M. (2010). A unified approach to mapping and clustering of bibliometric networks. // *Journal of informetrics*. 4:4, 629-35.
- WIPO (s.f.). WIPO IP Statistics Data Center. <https://www3.wipo.int/ipstats/keyindex.htm>.

Enviado: 2022-07-29. Segunda versión: 2023-01-11.

Aceptado: 2023-03-09.
