

INDICADORES PARA EL ANÁLISIS DE LA TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS

LUIS M. PLAZA

Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Las metodologías aplicadas al estudio de los procesos científicos se basan en la obtención de conjuntos de indicadores de I+D, que, considerados en su contexto científico, económico y social, permiten obtener una imagen realista de los mismos. Actualmente, algunas disciplinas científicas, como es el caso de la Bibliometría, nos permite,

establecer una serie de indicadores de I+D cuyo análisis hace posible valorar cuantitativa y cualitativamente la eficacia de los sistemas de I+D y, concretamente, el impacto de los resultados de la investigación científica desde el punto de vista de la comunidad científica.

Dicho con otras palabras, la Bibliometría nos permite conocer el grado de calidad científica de la investigación generada por un investigador, un grupo de investigación, una institución científica o incluso un país, en tanto en cuanto que las publicaciones generadas por estos agentes son visibles para el conjunto de la comunidad científica y, reconocidas como un avance para la ciencia, son citadas por otros investigadores en nuevas publicaciones científicas. Este mecanismo constituye la base de los análisis de citas que, a su vez, es la piedra angular de los estudios bibliométricos.

Este mecanismo es fiel reflejo de la transferencia de conocimientos entre los investigadores que confor-

man la comunidad científica. El análisis de indicadores en este ámbito nos permite conocer aspectos tales como la producción científica a diferentes escalas de agregación, la cooperación entre investigadores e instituciones (tanto del mismo país como entre países diferentes), la productividad (en función de los recursos destinados a investigación), la visibilidad de los resultados de la investigación (en base a su difusión en revistas y otras publicaciones de alcance internacional) y su impacto (en función del número de veces que un artículo u otra forma de contribución científica es citado posteriormente a su publicación por otros investigadores).

En definitiva, este tipo de indicadores, circunscrito al ámbito de actividad de los investigadores, sólo nos permite conocer la cantidad y calidad científica de los resultados de la investigación y, puestos en el contexto de las políticas de investigación, estimar la eficacia de dichas políticas como instrumentos para la generación de conocimiento científico a distintos niveles de calidad.

Sin embargo, este tipo de aproximaciones no nos permite conocer la transferencia de conocimientos entre el sector público de I+D y aquellos agentes públicos y privados que bien en los sectores productivos, bien en la administración y gestión de los bienes públicos, son los que, partiendo de la asimilación de dicho conocimiento científico, tienen capacidades operativas en terrenos tales como la salud, el medio ambiente, la industria, la alimentación, la energía y otros sectores de cuyo buen funcionamiento dependen en definitiva la economía y el bienestar social.

Poniendo la vista en la necesidad de conocer el impacto social y económico de la investigación científica, es la Cienciometría la disciplina cuyos métodos, basados en la contextualización de los indicadores bibliométricos, más se aproxima a dar respuestas a la necesidad arriba mencionada.

En el ámbito de la Cienciometría, el análisis de los flujos de conocimientos científicos y la transferencia de los mismos, ocupa un papel esencial.

En este ámbito disciplinar, el análisis del flujo y la transferencia de conocimientos se aplica a las relaciones entre Instituciones científicas, entre instituciones científicas y empresas y entre dichas instituciones y los diferentes estamentos de la Administración pública. Por supuesto, que el análisis de estos procesos debe hacerse desde una perspectiva realista, considerando siempre el carácter bidireccional de los mismos y, teniendo en cuenta que forman parte del sistema de innovación, el cual, lejos de una concepción lineal ya superada, se caracteriza por el hecho de que diferentes fases del sistema tienen un efecto de retroalimentación.

Los principales indicadores para determinar los flujos y la transferencia de conocimientos, se obtienen mediante el análisis de información contenida en diferentes tipos de documentos, tales como los artículos publicados en revistas científicas, documentación relativa a proyectos y contratos de I+D, documentación de patentes y otros documentos científicos, técnicos, legales y de carácter docente.

A partir de la información contenida en este universo de documentos, en cuya identificación, recuperación, selección y preparación para el análisis, intervienen distintas técnicas y herramientas propias del ámbito de la Información y Documentación Científica, el investigador puede marcarse distintos objetivos, unos encaminados al análisis temático de la información, es decir, sobre qué temas se investiga, como fluyen los resultados de la investigación en dichos temas, qué agentes intervienen en la generación de conocimientos científicos y que relaciones

existen entre dichos agentes productores de conocimiento y los agentes utilizadores de dicho conocimiento. En definitiva, los indicadores a obtener y analizar pueden ser resultado del estudio de coautoría de artículos científicos, de proyectos de I+D en colaboración, de análisis de documentos de patentes, del análisis de citas en artículos, en patentes, en guías de práctica clínica y en otros tipos de documentos.

Como veremos más adelante, el estudio de bibliografía científica y el estudio de documentos de patente, son las principales vías para la obtención de indicadores.

La colaboración científica entre investigadores de una o más instituciones de I+D se formaliza habitualmente mediante la realización de proyectos de investigación. Como fruto de dichos proyectos, se pueden obtener, entre otros resultados, publicaciones científicas, tesis doctorales, patentes y presentaciones en congresos y reuniones científicas nacionales e internacionales.

Los proyectos de investigación pueden contar no únicamente con la participación de investigadores adscritos a universidades o centros públicos de investigación, sino que pueden darse proyectos de investigación cooperativa entre estas entidades y empresas, así como con fundaciones y con estamentos de la Administración. Este tipo de cooperaciones entre investigadores de estamentos tan diferentes son con frecuencia resultado de proyectos realizados en el marco de contratos y convenios de colaboración, más que en el marco de acciones financiadas en convocatorias competitivas.

La transferencia de conocimientos desde el sistema público de I+D a los sectores productivos está con frecuencia ligada a la gestión de la propiedad industrial e intelectual. Así numerosos sistemas públicos de I+D han implementado mecanismos que facilitan la comunicación de resultados con potencial interés de mercado a las Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTTs) de universidades y Organismos públicos de Investigación (OPIs) para su valoración. Asimismo, parte de los resultados de la investigación son susceptibles de contribuir a la generación de patentes y otras formas de protección de la propiedad industrial e intelectual.

La creación de empresas de base tecnológica; *Spin-off* y *Start-up*, constituyen hoy día uno de los mecanismos más completos e interesantes de transferencia de conocimiento y, también en estos casos, de transferencia de tecnología, ya que en la creación de empresas basadas en la experiencia de laboratorio y en el conocimiento científico, se ha generado

también una tecnología, habitualmente patentable, que hace posible una iniciativa empresarial.

Por otra parte, la creación de parques científicos y tecnológicos, donde se aúnan recursos y capacidades de I+D de entidades públicas y privadas, con el objetivo de generar sinergias e iniciativas con proyección de mercado, es otro de los más interesantes mecanismos para favorecer el flujo y la transferencia de conocimientos entre los distintos agentes.

Otras actuaciones en este sentido, son los programas de movilidad de investigadores, que facilitan el trasvase temporal de efectivos humanos entre entidades públicas y privadas de I+D, lo que hace posible el aprendizaje, la identificación de recursos y objetivos científicos, la colaboración y la identificación y logros de objetivos con interés económico o social.

La difusión de resultados de I+D, mediante la publicación de artículos en revistas científicas y mediante la publicación de solicitudes y concesiones de patentes, es lo que hace posible el análisis bibliométrico y cienciométrico de estos documentos y de la información contenida en los mismos con el fin de analizar la transferencia de conocimientos y tecnología.

Desde el punto de vista de la Información y Documentación, las herramientas documentales que permiten la búsqueda, identificación y recuperación de información útil, son las bases de datos bibliográficas y de patentes.

La profusión de bases de datos bibliográficas alcanzada a principios de los años 60, es lo que ha hecho posible el desarrollo de los estudios cuantitativos y cualitativos de la ciencia y la tecnología, la Bibliometría y la Cienciometría.

En el amplio universo de las bases de datos bibliográficas, las desarrolladas por el *Institute for Scientific Information (ISI)* con sede en Filadelfia (USA); el *Science Citation Index*, el *Social Sciences Citation Index* y el *Art & Humanities Citation Index*, así como otros productos documentales derivados de las anteriores, como es el caso de los *Journal Citation Reports*, que recogen los factores de impacto de las revistas calculados mediante análisis de citas, han sido realmente decisivas para el desarrollo de dichas disciplinas y, en el marco de éstas, para el desarrollo de los estudios sobre transferencia de conocimientos.

Ante la necesidad de conocer el «estado de arte» en materia de ciencia y tecnología, los países desarrollados han dedicado un notable esfuerzo en la obtención y análisis de indicadores y datos estadísticos. A esta tarea se han aplicado no solo entidades científicas y académicas sino también los correspondientes

Institutos Nacionales de Estadística. Las diferentes aproximaciones conceptuales y temáticas, dieron lugar a una situación en la que no era fácil establecer comparaciones entre países o regiones. Surge así la necesidad de establecer estándares internacionalmente aceptados. A esta tarea contribuye esencialmente la OCDE, entidad generadora del Manual de Frascati (publicado por primera vez en 1963) y referente mundial en la metodología de obtención de indicadores de I+D. Por su parte, la Comisión Europea, a través de entidades como *Eurostat*, hacen posible la publicación periódica de indicadores de ciencia y tecnología a escala europea y mundial.

Entre los indicadores básicos, un estándar es el que alude a la producción científica (*research output*), que se calcula como el número de artículos —de la entidad a analizar—, durante un determinado periodo de tiempo. Otro indicador básico, o conjunto de indicadores básicos, es el referido al impacto. El impacto se calcula en función a las citas recibidas por los trabajos publicados por una entidad, durante un determinado periodo de tiempo. El estándar más ampliamente utilizado es el factor de impacto (*Impact factor*) que, aplicado a un título de revista científica, se calcula dividiendo el número total de artículos publicados en la revista durante un año determinado, dividiéndolo por el número total de citas recibidas por la revista durante los dos años siguientes al considerado. En este contexto, otros indicadores habitualmente utilizados son el número promedio de citas por publicación y el porcentaje de trabajos citados y no citados.

En cualquier caso, resulta imprescindible establecer un marco de referencia obtenido al calcular los valores promedio globales (a escala nacional, institucional, disciplinar, etc). Los principales indicadores de producción tecnológica se expresan como el número de patentes en un determinado periodo de tiempo. Habitualmente este indicador se expresa como el número de patentes solicitadas a las oficinas nacionales o internacionales de patentes. Sin embargo, este indicador es más ilustrativo de la capacidad tecnológica de un país, de un sector o de una empresa que de la «efectividad tecnológica» de la que dan mejor cuenta los indicadores basados en las patentes obtenidas y, por supuesto, de las patentes licenciadas o vendidas.

En el análisis de patentes, cobra especial interés el estudio de la entidades que en calidad de titulares ostenta la propiedad de la patente, así como el estudio de los inventores, que, desde la perspectiva individual e institucional, son los que han generado la invención objeto de patente. El análisis de la literatura científica y tecnológica citada en los documentos de patente, constituye uno de los más efica-

ces procedimientos para analizar el flujo y la transferencia de conocimientos entre los sistemas públicos de I+D y las entidades responsables de la generación de patentes.

Este tipo de análisis es posible mediante la explotación bibliométrica de la información obtenida mediante consulta a las grandes bases de datos de patentes, por ejemplo a las producidas por la *European Patent Office*, la *US Patent & Trademark Office* o la *Japan Patent Office*, así como a las bases de datos nacionales de diferentes países.

LA APLICACIÓN DE ALGUNOS INDICADORES AL ANÁLISIS DEL FLUJO Y TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS EN ESPAÑA: EL SECTOR BIOTECNOLÓGICO †

Todos los análisis que periódicamente se hacen en España sobre nuestro sistema de I+D y sobre nuestro sistema nacional de innovación, tanto los que se efectúan desde el sector privado, por ejemplo a iniciativa de la Fundación COTEC, como los que se realizan por parte de estamentos oficiales, FECYT, INE, Genoma España, etc., coinciden en poner de manifiesto un manifiesto desequilibrio, al menos en términos cuantitativos, entre investigación científica y desarrollo tecnológico. Son diversos los indicadores utilizados para analizar esta realidad.

En cuanto a investigación científica, se consideran habitualmente los recursos económicos y humanos dedicados en España a la I+D (tanto pública como privada) y los resultados de la investigación medidos como producción científica. En cuanto a desarrollo tecnológico, los principales indicadores utilizados se refieren a la balanza de pagos tecnológica, a la creación de empresas de base tecnológica y a la generación de tecnología patentada.

Es sabido, y así se viene poniendo de manifiesto periódicamente en los Informes anuales de COTEC, que España está experimentando un significativo avance en investigación científica. Este avance es mas evidente en términos de producción científica que en recursos dedicados a la investigación. Por otra parte, nuestro mayor déficit viene definido por el escaso desarrollo tecnológico, y en este sentido, uno de los indicadores mas evidente corresponde a la escasa actividad patentadora de nuestro país, especialmente en lo que se refiere a patentes fuertemente dependientes de la investigación científica de vanguardia.

Es cierto que esta situación, en términos generales se corresponde con la conocida como «paradoja europea» que afecta, en conjunto, a todo el Conti-

nente. Sin embargo, para un país como España, con un agrado de desarrollo social y económico nada desdeñable, este desequilibrio, mantenido en el tiempo, constituye un riesgo y una desventaja de la máxima gravedad.

Durante los últimos años, en el Centro de Información y Documentación Científica del CSIC se han realizado diferentes estudios encaminados a conocer diversos aspectos de esta realidad. Movidos por la necesidad de conocer las posibles causas de este desequilibrio, se han puesto en marcha diversas iniciativas de estudio cuyos principales resultados se muestran en esta contribución.

Los principales interrogantes que han justificado dichos estudios surgen a la hora de considerar si el modelo de transferencia de conocimientos sobre el que se sustenta el sistema de innovación de un país desarrollado, en el que una parte significativa de los resultados de la I+D pública es detectado y captado por los agentes tecnológicos, es en nuestro caso deficitario por alguna o por varias causas. Entre las posibles hipótesis, cabría pensar si en nuestro país se produce un escaso conocimiento científico, o bien que el conocimiento científico generado no es aplicable al desarrollo de tecnologías, si nuestras universidades y OPIs no tienen capacidad suficiente para interaccionar con nuestro tejido empresarial, o si realmente están resultando ineficaces las interfaces de transferencia de conocimientos y tecnología.

Cabe pensar que sean varios los factores que están pesando negativamente sobre el balance final, así como que además de las posibles causas sugeridas haya otras que resulten decisivas. Desde luego las transferencias de conocimiento y/o tecnologías entre dos sectores diferentes implica, no solo las capacidades y efectividad de un único sector, sino de los dos, así como de los mecanismos y herramientas que tienen por misión facilitar dichas transferencias.

Los principales objetivos planteados han consistido en obtener un conjunto de indicadores de producción científica y analizar el flujo de conocimientos desde el Sistema Público español de I+D a los sectores productivos en el ámbito de la Biotecnología. La elección de este ámbito de estudio responde al hecho de que, desde el punto de la vista de la investigación científica, la Biotecnología es un ámbito multidisciplinar y transdisciplinar, donde se conjuga la investigación básica y la aplicada y donde se concentran hoy día la mayor parte de los esfuerzos y políticas de apoyo a la investigación en los países mas industrializados.

Desde el punto de vista tecnológico, el concepto de Biotecnología debería expresarse como Biotec-

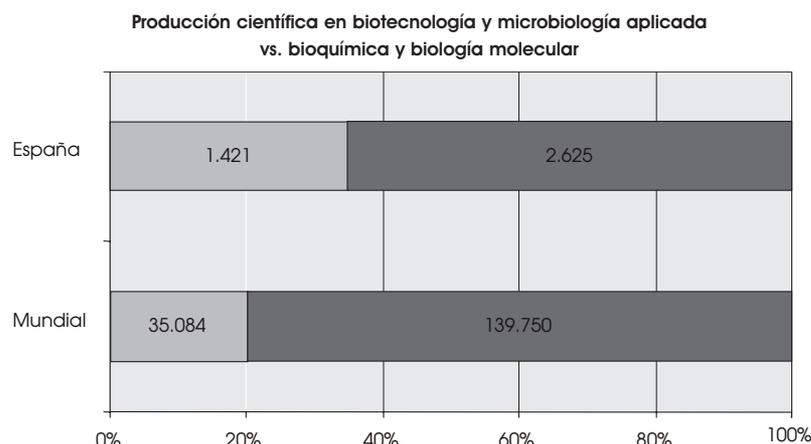


GRÁFICO 1

INDICADORES DE OUTPUT -
INDICADORES CUANTITATIVOS

■ Biotecnología
■ Bioquímica y Biología Molecular

FUENTE:
Elaboración propia sobre datos del SCI

nologías, ya que a su variada naturaleza se une la diversidad de sectores de aplicación; sanidad humana y animal, agroalimentación, medio ambiente y procesos industriales. Volviendo al plano de la investigación biotecnológica, actualmente su interacción con otros ámbitos disciplinares, como la nanotecnología, la informática y las ciencias cognitivas abren nuevas perspectivas de trascendencia económica y social.

En concreto se ha pretendido determinar el papel desempeñado por las instituciones científicas españolas en el ámbito de la investigación y de la transferencia de conocimientos. Para ello se han determinado indicadores cuantitativos y cualitativos de producción científica española, y de otros países. Se han obtenido y analizado indicadores de transferencia de conocimientos entre el SP I+D y el sector productivo mediante el análisis de literatura científica citada en patentes biotecnológicas y se ha analizado el capital humano del SP I+D involucrado así como el papel desempeñado en particular el CSIC.

La metodología seguida ha conllevado el análisis de bibliografía científica española correspondiente a trabajos de investigación publicados en revistas científicas de «corriente principal», el análisis de patentes biotecnológicas USA obtenidas por investigadores del Sistema Público español de I+D, el análisis de la literatura científica citada en patentes USA como «estado de la técnica» y el análisis de información correspondiente a proyectos de I+D financiados con cargo a los programas específicos de biotecnología y de calidad de vida del III, IV y V Programa Marco de la UE.

Las fuentes de información utilizadas para la obtención y análisis de bibliografía científica han sido la

base de datos bibliográfica *Science Citation Index*, y el *Journal Citation Report (Science edition)* para identificar las principales revistas científicas y analizar la calidad de la investigación a partir de los factores de impacto de las revistas utilizadas por los investigadores españoles para la publicación de sus resultados.

La obtención de datos de Propiedad intelectual y de Transferencia de conocimientos se ha hecho mediante consulta a la base de datos de patentes (concedidas) de la *US Patent and Trademark Office (USPTO)*.

La información sobre proyectos de investigación realizados conjuntamente por OPIs y empresas se ha obtenido mediante consulta a la base de datos CORDIS de la Comisión Europea.

La consulta a la base de datos de bibliografía científica ha permitido determinar la producción científica española y de otros países europeos en Biotecnología y en otras disciplinas científicas importantes para el desarrollo de la anterior, la comunidad científica involucrada (grupos de investigación) y la cooperación científica entre instituciones y países.

La consulta a la base de datos de patentes ha permitido determinar la producción tecnológica española y europea, la capacidad tecnológica de España (mediante la identificación de inventores) y la ciencia española con potencial interés tecnológico.

Finalmente, la consulta a la base de datos de proyectos CORDIS ha permitido establecer el patrón de cooperación del CSIC con empresas nacionales y extranjeras e identificar la tipología de las empresas españolas involucradas en estas actividades.

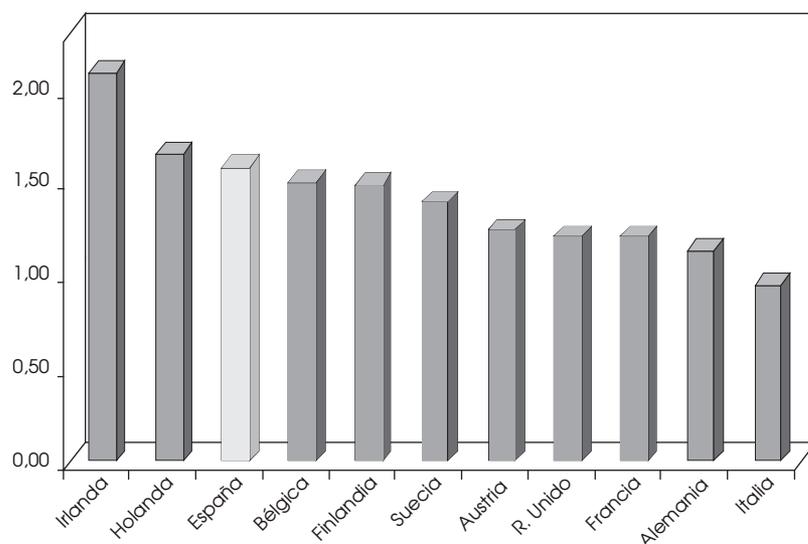


GRÁFICO 2

INDICADORES DE OUTPUT:
PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN
BIOTECNOLOGÍA DE CADA
PAÍS CON RESPECTO AL TOTAL
DEL MISMO EN TODAS LAS
ÁREAS EXPERIMENTALES

Período 2000-2003

FUENTE:

Elaboración propia sobre datos de CORDIS y CSIC

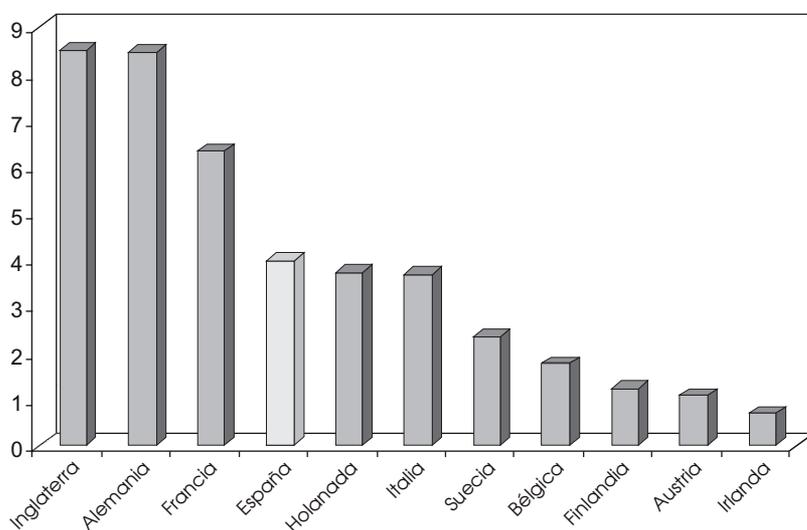


GRÁFICO 3

INDICADORES DE OUTPUT:
CONTRIBUCIÓN EN % DE
CADA PAÍS EN
BIOTECNOLOGÍA Y
MICROBIOLOGÍA APLICADA
RESPECTO AL TOTAL MUNDIAL
CONTENIDO EN LAS REVISTAS
ANALIZADAS EN EL SCI

Período 2000-2003

FUENTE:

Elaboración propia sobre datos de SCI

PRINCIPALES RESULTADOS ↓

Una panorámica de la producción científica española en este ámbito nos permite destacar que España realiza un significativo esfuerzo en investigación biotecnológica. De hecho, en términos comparativos es proporcionalmente mayor el número de publicaciones españolas en biotecnología frente a Biología molecular y celular (disciplinas que son básicas para el desarrollo de la investigación biotecnológica y biomédica) que el valor correspondiente a escala mundial (gráfico 1, en página anterior).

Por otra parte, en el contexto europeo España ocupa una posición destacada si se determina la producción científica en Biotecnología respecto a la total en disciplinas experimentales (gráfico 2).

La producción científica española en Biotecnología respecto al total mundial publicado en las revistas SCI analizadas sitúa a nuestro país en cuarta posición entre los países europeos más productivos, por detrás del Reino Unido, Alemania y Francia (gráfico 3).

Un análisis del carácter básico o aplicado de la investigación, revela que la producción científica espa-

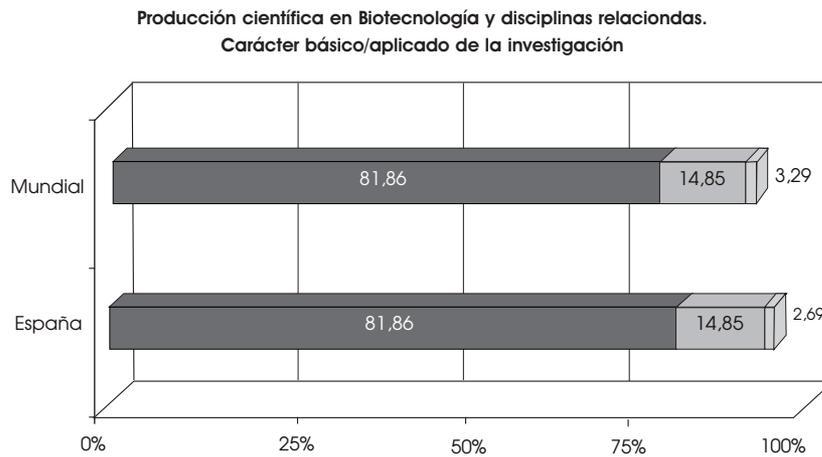


GRÁFICO 4

INDICADORES DE OUTPUT -
INDICADORES CUALITATIVOS

- Nivel IV (Básico)
- NIVEL III (Aplicado)
- NIVEL II (Tecnológico)

FUENTE:
Elaboración propia sobre datos del SCI

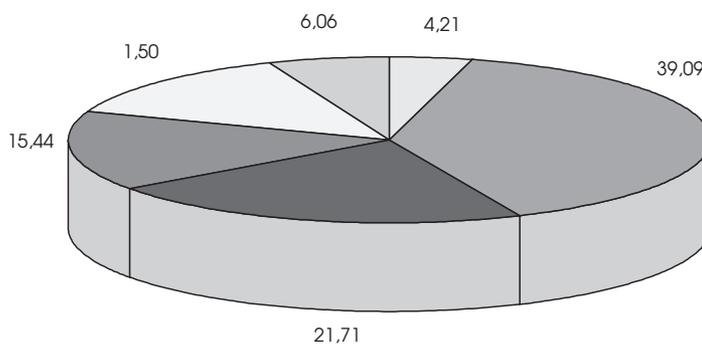


GRÁFICO 5

ANÁLISIS TEMÁTICO:
PRODUCCIÓN CIENTÍFICA
ESPAÑOLA EN
BIOTECNOLOGÍA

Indicadores de output

- DNA (Codificación)
- Biotecnología de procesos
- Proteínas y moléculas
- Otros
- Cultivos e ing. celular
- Organismos subcelulares

FUENTE:
Elaboración propia sobre datos del SCI

ñaola en este ámbito, pese a ser lógicamente de carácter básico en su mayor parte, presenta un patrón significativamente diferente del obtenido a escala mundial. Proporcionalmente, en este ámbito, la producción científica española de carácter aplicado es casi el doble que el valor a escala mundial (Figura 4). Este hecho se puede interpretar como el peso que ejerce la producción científica española en Microbiología aplicada, disciplina de larga tradición en nuestro país y que se encuentra incluida en el ámbito de la Biotecnología.

Desde el punto de vista temático, la producción científica española en Biotecnología responde a las tendencias mundiales, no detectándose un sesgo

significativo hacia ninguna de las áreas temáticas que se definen en la clasificación de la OCDE (gráfico 5).

Por sectores de aplicación, la producción científica española en Biotecnología responde al patrón representado en la gráfico 6. En este gráfico puede comprobarse que un 45% de la producción (definida en la figura como «básica») es realmente pluri-potencial, no pudiendo definirse a priori el sector o sectores de aplicación definitivos.

Considerando el factor de impacto atribuible a las publicaciones españolas en Biotecnología (asignando a los artículos el factor de impacto de la revista

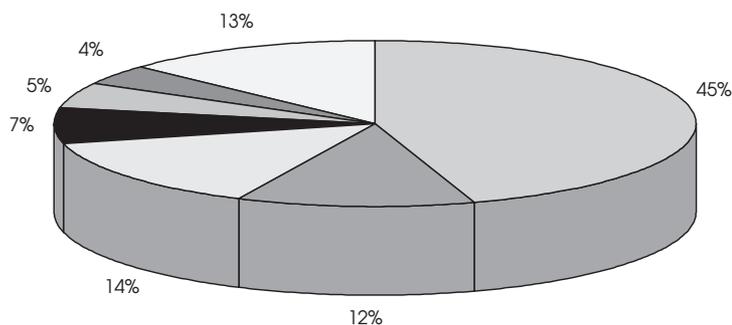


GRÁFICO 6

**ANÁLISIS TEMÁTICO:
PRODUCCIÓN CIENTÍFICA
ESPAÑOLA EN
BIOTECNOLOGÍA DE
APLICACIÓN**

Indicadores de output

- Básica
- Agroal. + Agroin. + Technol.
- Sanidad humana
- Medioambiente
- Sanidad vegetal
- Sanidad animal
- Productos industriales

FUENTE:
Elaboración propia sobre datos de L. SCI

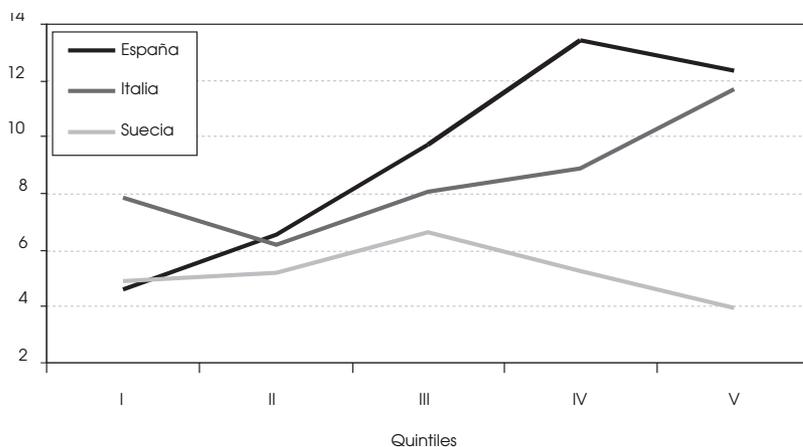


GRÁFICO 7

**ANÁLISIS CUANTITATIVO:
CONTRIBUCIÓN EN % DE LAS
PUBLICACIONES EU-15 EN
QUINTILES DE PRODUCCIÓN
CIENTÍFICA ORDENADOS
POR FRI**

Indicadores de output

FUENTE:
Elaboración propia sobre datos de SCI y JCR

que los ha publicado), y comparándonos con otros países de tamaño científico medio, como Italia o Suecia, España muestra un perfil deficitario en producción científica de elevados factores de impacto (Gráfico 7).

Respecto a la producción tecnológica en Biotecnología, y considerando aquellas patentes obtenidas en la USPTO, España ocupa un lugar de clara desventaja entre los países europeos que patentan en EEUU (Gráfico 8). Lamentablemente, los datos correspondientes a patentes solicitadas, tanto en EEUU como en la Oficina Europea de Patentes, ofrecen un panorama muy similar en lo que concierne a nuestro país.

Pese al escaso número de patentes biotecnológicas españolas detectadas para el periodo analizado, se ha efectuado un análisis de titularidad de las mismas, a fin de determinar el tipo de propietarios de dichas patentes. En el gráfico 9 puede comprobarse que el 51% de las patentes españolas son de empresas. Sin embargo, no deja de ser significativo que el 45% corresponde a universidades y OPIs españoles.

Por otra parte se ha analizado la titularidad de las patentes biotecnológicas USA en las que constan inventores españoles. El resultado de este análisis se resume en el gráfico 10.

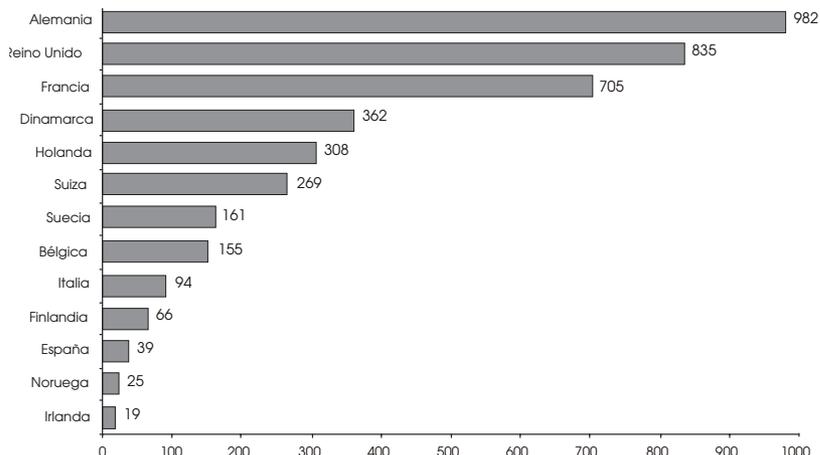
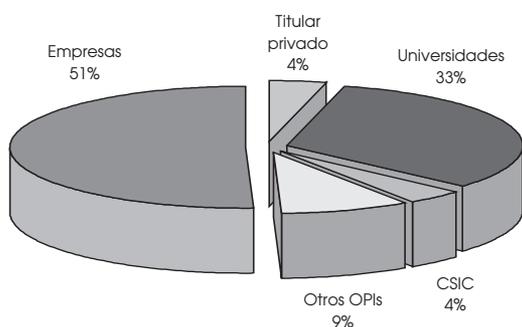


GRÁFICO 81
TITULARIDAD PATENTES BIOTECNOLÓGICAS USA POR PAÍSES
 Periodo 2002-2003

FUENTE:
 Elaboración propia sobre datos de la USPTO

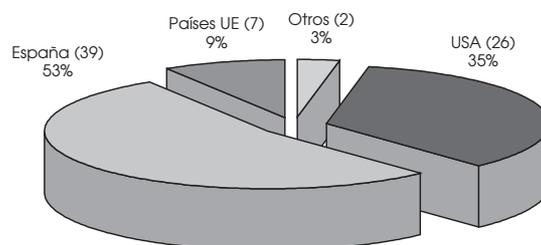
GRÁFICO 9
PATENTES BIOTECNOLÓGICAS USA DE TITULARIDAD ESPAÑOLA. ENTIDADES PROPIETARIAS



Total titulares: 24 Total patentes: 39

FUENTE:
 Elaboración propia sobre datos de la USPTO

GRÁFICO 10
NACIONALIDAD DE LOS TITULARES DE PATENTES CON INVENTORES ESPAÑOLES



Países UE: Dinamarca, Irlanda, Italia, Reino Unido,
 Otros: Canadá, Suiza

FUENTE:
 Elaboración propia sobre datos de la USPTO

Este gráfico pone de manifiesto la participación de inventores españoles en la generación de patentes de titularidad norteamericana y europea, lo que constituye una forma de transferencia de conocimientos hacia otros mercados e intereses comerciales extranjeros. Buena parte de los inventores españoles identificados están adscritos a universidades y centros públicos españoles de I+D.

En lo que respecta a la literatura científica citada en patentes biotecnológicas USA, se ha procedido a analizar una muestra de 137 investigadores españoles adscritos a universidades y OPIs (caracterizados por una elevada productividad científica en Biotecnología). Obtenido un listado de investigadores, se ha procedido a identificar aquellos cuyos trabajos han sido citados en patentes USA. Como resul-

tado de las correspondientes búsquedas, se ha detectado que el 27% de los investigadores considerados habían sido citados al menos una vez en las patentes registradas en la USPTO (Gráfico 11).

Considerando que en las patentes USA, las citas bibliográficas sólo mencionan al primer autor firmante de cada publicación citada, el número real de investigadores españoles citados es en realidad mayor. Una estimación, en base a un análisis detallado efectuado con una muestra de menor tamaño, nos permite concluir que el porcentaje real de investigadores españoles con trabajos citados en patentes biotecnológicas USA se sitúa en torno al 40%.

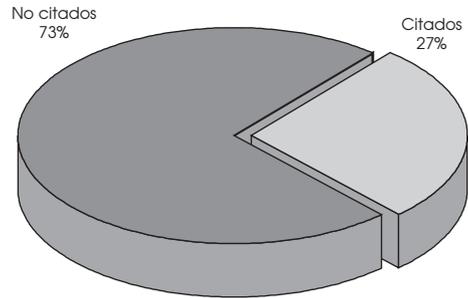
Otro aspecto que se ha considerado en este estudio es la antigüedad de las citas a artículos de autores españoles. Partiendo del hecho comprobado de que la literatura científica de vanguardia en biotecnología y disciplinas afines es rápidamente incorporada por la tecnología y, por tanto, citada en patentes, es importante saber si las publicaciones de investigadores españoles citadas en patentes USA son incorporadas con mayor o menor rapidez que la producción mundial promedio. En el gráfico 12 se puede comprobar que la frecuencia de citas a producción científica española (FCE) tiene su valor máximo en un periodo de tiempo mas corto que el correspondiente al patrón mundial (FCT). Esto indicador señala la calidad de la producción científica española citada en patentes como consecuencia de su interés para ser captada rápidamente por los inventores.

Considerando que el CSIC es el mayor organismo Público de Investigación en España, y que su carácter multidisciplinar, su amplia implantación territorial y

GRÁFICO 11

ANÁLISIS DE RECURSOS POTENCIALES

Investigadores españoles con trabajos citados en patentes USA de Biotecnología y Microbiología Aplicada



Número de investigadores analizadas: 187
 Número de investigadores citados (como primer firmantes): 50 (26.7%)
 Número total de citas: 193
 Patentes citadas: 151

FUENTE:
 Elaboración propia sobre datos de la USPTO

su enorme proyección internacional lo sitúan entre los primeros OPIs europeos, se ha considerado interesante analizar su implicación en el desarrollo de la Biotecnología, realizando para ello una aproximación comparativa en las que también se ha analiza-

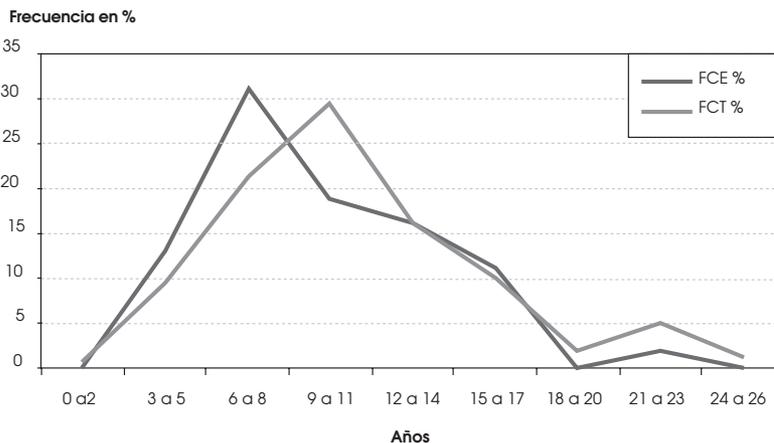


GRÁFICO 12

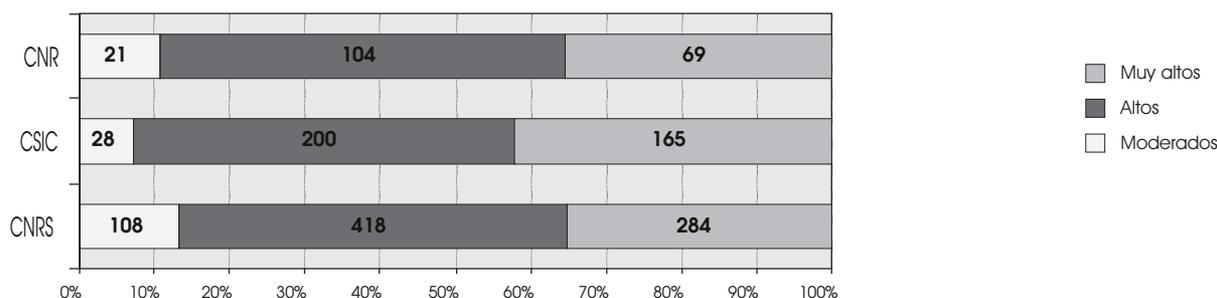
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA ANTIGÜEDAD DE LAS CITAS DE LITERATURA CIENTÍFICA ESPAÑOLA Y MUNDIAL EN PATENTES BIOTECNOLÓGICAS*

* Periodos transcurridos entre la fecha de publicación de los artículos citados y la concesión de las patentes citantes

FUENTE:
 Elaboración propia sobre datos de la USPTO

RangoFFII	CNR	CSIC	CNRS
17,721 - 5,293	21	28	108
4,965 - 2.034	104	200	418
1,980 - 0,958	69	165	284
Total	194	393	810

GRÁFICO 13
PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN BIOTECNOLOGÍA
Factores de impacto



FUENTE:
SCI-JCR - «Biotechnology & Applied Microbiology». Periodo 2000-2003

do el papel de otras entidades europeas de similares características, como son el CNRS francés y el CNR italiano.

Un estudio comparativo de esta naturaleza debe tener en cuenta una serie de datos de contexto, como son los recursos humanos en I+D y la financiación con la que cuentan estas instituciones en sus respectivos países. Así, y a efectos de interpretar correctamente los resultados mostrados mas adelante conviene tener presente que en los últimos años, el CSIC las cifras de personal investigador se sitúan en torno a la mitad de los efectivos del CNR y en torno a la quinta parte de los correspondientes al CNRS. En cuanto a las cifras de presupuesto, expresadas en millones de euros, el CSIC dispone de una cifra que viene ser la mitad de la correspondiente al CNR y la séptima parte de la correspondiente al CNRS.

La producción de Francia en Biotecnología representa un 6,3% de la producción mundial, la española un 4,05% y la italiana un 3,59%.

Respecto a la correspondiente producción nacional en ciencias experimentales, la producción del CNRS en Biotecnología representa el 36,7%, la del CNR el 15,4% y la del CSIC el 27,82%.

La contribución del CSIC a la producción científica española en todas las ciencias experimentales es del 18,6%, la del CNR es respecto a la italiana del 11,7% y la del CNRS, respecto a la francesa, del 34,7%. Por tanto, cabe concluir que la contribución del CSIC a la investigación científica en Biotecnología es significativamente mayor que la correspondiente al CNR y al

CNRS, cuya contribución en términos cuantitativos, guarda más correlación con las cifras globales de producción en ciencias experimentales.

Sin embargo, la calidad de la investigación, medida a través de los factores de impacto de las publicaciones de estas tres entidades científicas, pone de manifiesto una significativa desventaja del CSIC, aunque teniendo en cuenta el escaso número de trabajos con alto factor de impacto, la situación es muy parecida al caso del italiano CNR (Gráfico 13).

El estudio de la participación de estas tres entidades en los proyectos de los Programas Biotech 1, Biotech 2 y Life Quality de los III, IV y V PM de la UE revela ciertas particularidades (gráfico 14, página siguiente). En términos absolutos, las cifras correspondientes al CSIC ponen de manifiesto su enorme parecido con las correspondientes al CNRS, aunque ligeramente inferiores en el número de proyectos financiados. Sin embargo, el porcentaje de proyectos que han contado con participación empresarial es prácticamente idéntico en ambas instituciones.

El CSIC ha colaborado en estos proyectos comunitarios con un total de 203 empresas, 39 de ellas españolas. La distribución de estas empresas por países se muestra en el gráfico 15, en la página siguiente.

Sin embargo, desde el punto de vista de la actividad generadora de patentes, el CNRS muestra unas cifras de producción significativamente altas en comparación con el CSIC y su homólogo italiano, el CNR (gráfico 16, en la página siguiente).

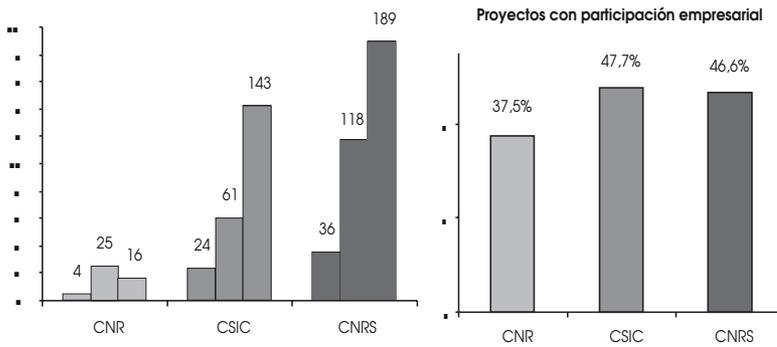


GRÁFICO 14
PARTICIPACIÓN EN PROYECTOS DEL III, IV Y V PROGRAMA MARCO BIOTECH 1, BIOTECH 2 Y LIFE QUALITY

FUENTE: CORDIS (UE)

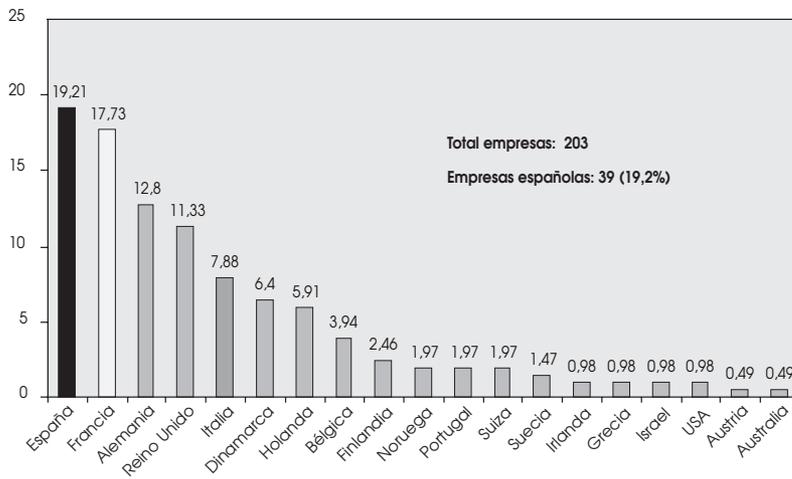
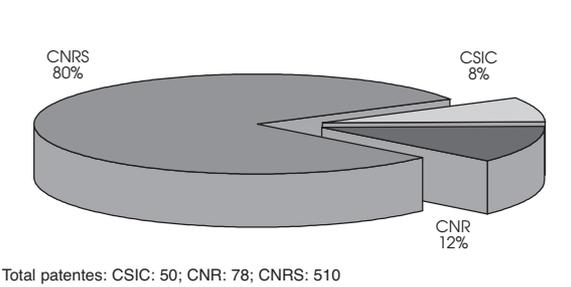


GRÁFICO 15
PARTICIPACIÓN EN PROYECTOS DEL III, IV Y V PROGRAMA MARCO BIOTECH 1, BIOTECH 2 Y LIFE QUALITY

Empresas que participan con el CSIC en proyectos UE. % por países

FUENTE: CORDIS (UE)

GRÁFICO 16
PRODUCCIÓN TECNOLÓGICA
Patentes concedidas por los tres OPIs en la USPTO 1990-2004



FUENTE: Elaboración propia a partir de datos de la USPTO

En el caso de las patentes biotecnológicas de estas tres entidades, CSIC y CNR muestran un perfil muy semejante a la hora de considerar los porcentajes que representan las patentes de cada sector de aplicación. Sólo el CNRS muestra un esquema significativamente diferente, donde sobresale el número de patentes biotecnológicas correspondientes a aplicaciones en el sector sanitario (Gráfico 17).

Analizado un número idéntico de investigadores del CNRS, CNR y CSIC dedicados al ámbito de la Biotecnología, los indicadores de citas a estos investigadores en patentes USA, ponen de manifiesto que, en términos comparativos, el CSIC y el CNRS muestran un patrón de citación relativamente parecido (Gráfico 18).

La distribución temática de las patentes USA que citan a investigadores del CSIC muestra una distribución bas-

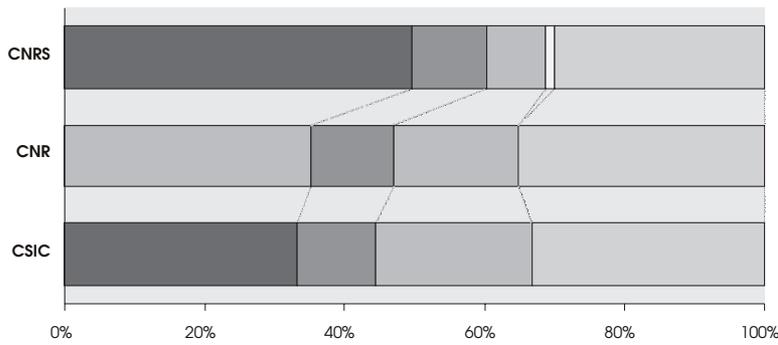


GRÁFICO 17
DISTRIBUCIÓN SECTORIAL DE LAS PATENTES BIOTECNOLÓGICAS

- Sanidad humana
- Industrial
- Otras (Básica y horiz.)
- Agroalimentaria
- Medio ambiente

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos de la USPTO

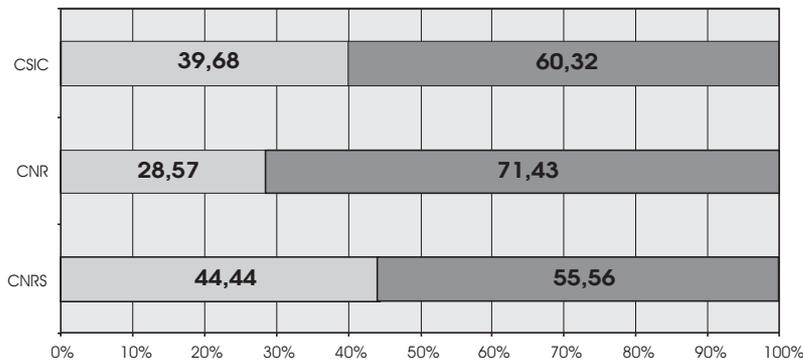


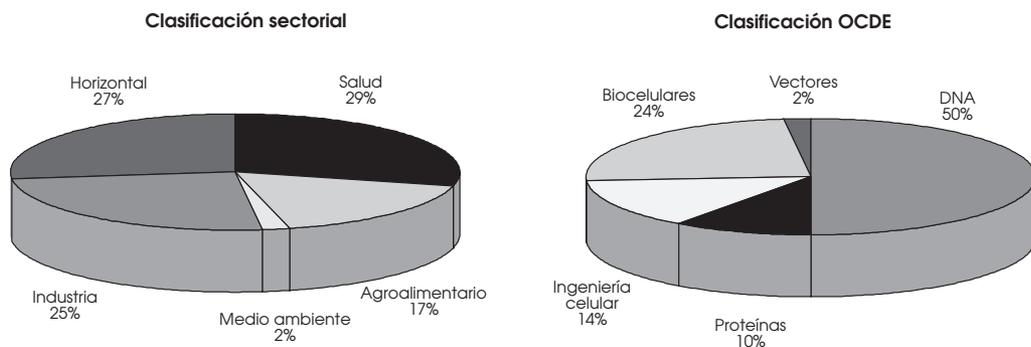
GRÁFICO 18
TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS
Autores citados en patentes americanas

- Citados
- No citados

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos de la USPTO

GRÁFICO 19
TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS

Patentes USA que citan a trabajos de investigadores del CSIC



FUENTE: Elaboración propia a partir de datos de la USPTO

tante homogénea, aunque es significativamente escaso el número de patentes del sector medioambiental.. Desde el punto de vista de la clasificación de

la Biotecnología de la OCDE, el 50% de las patentes USA citantes guardan relación con la genómica y un 24% con los bio-reactores (Gráfico 19).

CONCLUSIONES †

Como resultado global de todos estos indicadores, se ha llegado a determinar una serie de características de nuestro sistema público de I+D que, en el sector objeto de análisis, conforman un panorama de debilidades y de fortalezas cuyo conocimiento y comprensión son básicos para entender el problema de la transferencia de conocimientos científicos en nuestro país.

Las debilidades se concretan en que nuestra producción científica, si bien es aceptable en términos cuantitativos y en cuanto a las temáticas más en vanguardia a escala mundial, cualitativamente se caracteriza por un predominio de factores de impacto moderados. Por lo que respecta a la generación de patentes, está es muy escasa, tanto en el ámbito de las biotecnologías como en otros sectores de fuerte base científica. Como señala el hecho de que gran parte de las patentes biotecnológicas son de titularidad pública (fundamentalmente de universidades y del CSIC), no puede decirse que se haya producido una suficiente transferencia hacia el sector privado. Máxime, si se tiene en cuenta que el crecimiento experimentado estos últimos años en el número de empresas españolas de biotecnología debería ir asociado a un significativo incremento en el número de patentes de propiedad empresarial.

Por el contrario, las fortalezas detectadas se concretan en haber podido constatar la existencia de unos recursos humanos realmente competitivos para la investigación en Biotecnología. Asimismo, una parte significativa de la producción científica resultante es de interés para el desarrollo de invenciones patentables, tal como ponen de manifiesto los indicadores de citas en patentes a los trabajos publicados por investigadores españoles. Al mismo tiempo, y como muestran los indicadores obtenidos para el CSIC, este OPI, que es el mayor de España, tiene una buena proyección en el ámbito de interés biotecnológico de los Programas Marco de la UE y, además, es evidente su buena capacidad de interacción con el sector empresarial, tanto nacional como extranjero en este sector.

Si bien este conjunto de indicadores es sólo una representación parcial de la realidad, en conjunto ponen de manifiesto que existen evidentes posibilidades de mejorar la transferencia de conocimientos a los sectores productivos, fundamentalmente pensando en establecer estrategias que permitan aproximar los recursos humanos en I+D más adecuados

a la investigación con potencial proyección de mercado, así como establecer los necesarios mecanismos de análisis para identificar aquellos resultados científicos susceptibles de ser canalizados hacia este tipo de iniciativas.

Por otra parte, y como ineludible complemento a los indicadores mostrados en este estudio, es indudable la necesidad de analizar en profundidad hasta que punto nuestras empresas pueden realmente beneficiarse de estas posibles transferencias y si sus capacidades y estrategias les permiten apostar decididamente en un futuro por la generación de patentes como un factor clave en sus actividades.

BIBLIOGRAFÍA †

- ALBERT A., PLAZA L.M. (2005). Estudio sobre la biotecnología en el sistema público español de I+D. Indicadores de actividad básica y de transferencia de tecnología. En «*La biotecnología española: impacto económico, evolución y perspectivas*». Ed. Genoma España. ISBN: 84-609-6395-0
- ALBERT A., PLAZA L.M., GRANADINO B. (2006). El flujo de conocimientos desde el Sistema Público español de I+D a las industrias biotecnológicas. En *Radiografía de la investigación pública en España*. Jesús Sebastián y Emilio Muñoz [Eds.] Biblioteca Nueva. Madrid, 373-392. ISBN: 84-9742-540-5
- ALBERT A.; GRANADINO B.; PLAZA L.M. «Scientific and technological performance evaluation of the Spanish Council for Scientific Research (CSIC) in the field of Biotechnology». *Scientometrics* 70 (1), 41-51, 2007.
- ALBERT A.; PLAZA L.M. «The transfer of knowledge from the Spanish public R&D system to the productive sectors in the field of Biotechnology». *Scientometrics* 59 (1) 3-14, (2004).
- ALBERT A.; PLAZA L.M.; SANCHO R. «La transferencia de conocimientos entre el sector público de I+D y el sector productivo. Obstáculos y posibles soluciones». *Boletín de la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular*, (132) 12-16, (2001).
- ASEBIO. Informe asebio 06, (2007), 196 pags.
- COTEC (2007), Informe COTEC 2006 Tecnología e innovación en España
- MCMILLAN G.S.; NARIN F.; DEEDS D.L. (2000). «An analysis of the critical role of public science in innovation: the case of Biotechnology». *Research policy* 29: 1-8.
- MEYER M. (2002). «Tracing knowledge flows in innovation systems». *Scientometrics* 54: 193-212.
- PLAZA L.M., ALBERT A. (2005). La investigación científica básica en España y su papel como impulsor del desarrollo biotecnológico. En *Indicadores de Ciencia y Tecnología en Iberoamérica – Agenda 2005*. Ed. RICYT. Buenos Aires, Argentina.
- PLAZA L.M.; ALBERT A. Análisis de la producción científica española citada en patentes biotecnológicas en EEUU. *Revista Española de Documentación Científica* 27 (2), 212-220, (2004).
- TIJSEN R.J.W.; BUTER R.K.; VAN LEEUWEN TH.N. (2000). Technological relevance of science: an assessment of citation linkages between patents and research papers. *Scientometrics*, 47: 389-412.