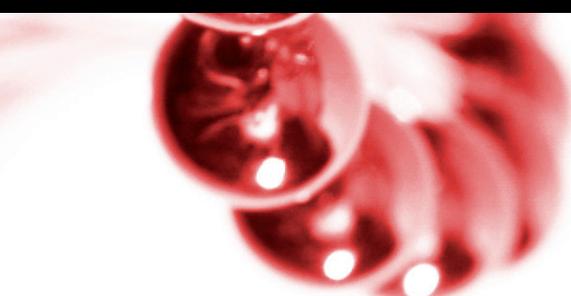




# IB09

INFORME BIOCAT SOBRE EL ESTADO  
DE LA **BIOTECNOLOGÍA**, LA **BIOMEDICINA**  
Y **LAS TECNOLOGÍAS MÉDICAS**  
EN CATALUÑA



© Biocat (Fundació Privada BioRegió de Catalunya)

© de los artículos firmados, sus autores

BIOCAT  
Passeig Lluís Companys, 23  
08010 Barcelona  
[www.biocat.cat](http://www.biocat.cat)

Autores:

Nerea Alonso-Rodríguez, Laia Arnal, Manel Balcells, Josep Castells, Montse Daban, Adela Farré,  
Lluís Pareras, Marta Príncep, Pere Puigdomènech, Lluís Ruiz (Capítulo 1) y Montserrat Vendrell.

Coordinación: Marta Príncep

Edita: Biocat (Fundació Privada BioRegió de Catalunya)

1ª edición: diciembre de 2009

Versión digital. Disponible en [www.biocat.cat](http://www.biocat.cat)

Diseño y maquetación: © Cromàtik Espai Creatiu

Impresión: Imprimeix, SL

D.L.: B-46857-2009

Queda prohibida la reproducción total y parcial sin autorización del editor (Biocat) y de sus autores.  
Se reservan todos los derechos sobre el diseño gráfico y artístico.

# IB09

INFORME BIOCAT SOBRE EL ESTADO  
DE LA **BIOTECNOLOGÍA**, LA **BIOMEDICINA**  
Y **LAS TECNOLOGÍAS MÉDICAS**  
EN CATALUÑA

The logo for biocat, featuring the word "biocat" in a bold, white, lowercase sans-serif font. Below it, the text "BioRegió de Catalunya" is written in a smaller, white, sans-serif font. The background of the logo is a dark red square with a subtle, abstract pattern of overlapping circles in shades of red and black.

**biocat**  
BioRegió de  
Catalunya

# Índice

<b>Introducción</b>	<b>07</b>
La importancia del impulso de la biotecnología como estrategia de país .....	09
Dr. Manel Balcells. Presidente de la Comisión Ejecutiva de Biocat	
Fortalezas, carencias y retos de un sector de futuro .....	13
Dra. Montserrat Vendrell. Directora general de Biocat	
Algunas cifras y magnitudes .....	22
<b>Tendencias e impacto de la biotecnología: oportunidades para Cataluña</b>	<b>27</b>
1. La biotecnología: tendencias y respuestas de un sector clave en la economía .....	29
1.1. La revolución biotecnológica .....	29
1.2. La industria biotecnológica .....	29
1.3. Los colores de la biotecnología .....	32
1.4. La biotecnología roja .....	33
1.5. La biotecnología verde o alimentaria: más allá de los transgénicos .....	50
1.6. La biotecnología blanca o industrial: hacia las bioenergías .....	51
1.7. La biotecnología como modelo de desarrollo regional: la teoría de clústers .....	52
2. La biotecnología de aplicación en la agricultura y la alimentación en Cataluña .....	55
Dr. Pere Puigdomènech. Director del Centro de Investigación en Agrigenómica (CRAG)	
3. La biotecnología industrial (blanca): oportunidades de negocio en Cataluña .....	61
Dr. Josep Castells. Presidente del Instituto Universitario de Ciencia y Tecnología (IUCT)	
4. Retos y ejes de crecimiento del sector de las tecnologías médicas en Cataluña .....	67
Dr. Lluís Pareras. Gerente del Área de Meditecnología del Colegio Oficial de Médicos de Barcelona	

<b>Análisis de empresas y centros de investigación</b>	<b>73</b>
5. Introducción a los resultados .....	75
6. Tipos de organizaciones de la BioRegión .....	77
7. Análisis de empresas .....	81
7.1. Visión general .....	81
7.2. Área principal de actividad .....	86
7.3. Actividades de investigación .....	92
7.4. Estructura jurídica y del capital .....	99
7.5. Capital humano .....	105
7.6. Entorno de desarrollo .....	107
7.7. Tendencias observadas .....	108
8. Análisis de los centros de investigación .....	111
8.1. Visión general .....	112
8.2. Áreas de actividad .....	115
8.3. Actividades de investigación .....	118
8.4. Recursos .....	127
8.5. Capital humano .....	129
8.6. Transferencia de tecnología .....	132
9. Consideraciones finales .....	135
<b>Bibliografía y tablas</b>	<b>139</b>
Bibliografía .....	141
Relación de figuras y tablas .....	148
Glosario .....	151
Relación de empresas y centros que han participado .....	155
Encuesta distribuida a las empresas y centros participantes .....	157
Agradecimientos .....	167



**IB09**

Introducción



# La importancia del impulso de la biotecnología como estrategia de país

La biotecnología puede dar respuesta a las necesidades que plantea el bienestar futuro de la humanidad, que está ligado a la capacidad de nuestro planeta para seguir proporcionando aire puro y agua potable, suelos productivos, herramientas para el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades prevalentes y energía para las actividades humanas. Nos esperan enormes retos, a los que la biotecnología ya está empezando a dar respuesta.

Según el informe de PricewaterhouseCoopers sobre la inversión en Estados Unidos durante el tercer trimestre de 2009, la biotecnología (con el 18,82% de las inversiones) y las tecnologías médicas (con el 12,82%) ocupaban el primer y el cuarto puesto, respectivamente, de los sectores elegidos por el capital riesgo en esta época de postcrisis. Entre las dos se sitúan los sectores de la energía y de las tecnologías de la información.

La aportación de la biotecnología es clave para el desarrollo de la industria y para el progreso. La Europa que se plantea ser competitiva ante EE.UU., con suficiente masa crítica para competir en el campo de la economía del conocimiento, ha decidido apostar por las ciencias de la vida como motor de la nueva economía, consciente de que en un futuro el mercado de la salud y el bienestar, clave en la sociedad del siglo XXI, estará dominado por los productos biotecnológicos.

## La innovación como estrategia

Innovar es llevar las invenciones al mercado; significa hacer que sean productivas, contribuir a que se conviertan en soluciones reales y que generen un rendimiento económico.

Como planteamiento es impecable: todo país debe apostar por la innovación. Hacer lo contrario no solo es perder el tren: es vivir de espaldas al futuro.

Ya sabemos que Europa lo ha visto claro. Lo vio claro en 2000, en la Cumbre de Lisboa, en la que se definió por primera vez que el camino hacia la competitividad se basaba en la economía del conocimiento; en 2002, en la Cumbre de Barcelona, confirmando la necesidad inexcusable de invertir en la economía basada en el conoci-



Dr. Manel Balcells

Presidente de la Comisión Ejecutiva de Biocat

miento para encarar el futuro con competitividad; en 2006, incluyendo la política de clústers en la lista de las nueve prioridades básicas para Europa. Y, recientemente, publicando en 2009 un plan de recuperación de la economía europea que incide de nuevo en la inversión en innovación.

## Cuáles son los activos de Cataluña y cómo los potenciamos

La BioRegión de Cataluña es un bioclúster con un gran atractivo para el sector internacional por sus numerosos activos, por su ubicación estratégica y por sus capacidades en ámbitos como la nanotecnología, la investigación clínica, la biología estructural o las plataformas tecnológicas, aplicadas a ámbitos clave como la oncología, las neurociencias, la medicina personalizada o las enfermedades cardiovasculares. La BioRegión eleva expectativas entre el sector internacional, que ve en Barcelona una de las ciudades clave en los próximos años en la biotecnología mundial. Se pone de manifiesto en escenarios como la convención BIO, en Estados Unidos, en la que Cataluña brilla con luz propia (en 2009, ha representado el 50% de la presencia española, y el Estado español ha sido el tercer país con mayor participación, detrás de Francia y Alemania, y por delante de Canadá). En el resto del Estado español no hay ningún entorno con más potencial que Cataluña: voluntad política, masa crítica de investigadores, universidades de prestigio, hospitales con investigación contrastada, parques científicos y tecnológicos desarrollados, una industria biotecnológica con suficiente reconocimiento y el compromiso de todos los agentes implicados. En muchos aspectos, somos líderes en el Estado en cuanto al modelo de bioclúster, como recogen los dos últimos informes de la patronal biotecnológica española Asebio.

Biocat, organización impulsada por el gobierno de la Generalitat y por el Ayuntamiento de Barcelona, que coordina, promueve e impulsa la BioRegión –el bioclúster catalán– tiene una estrategia común para las ciencias de la vida, para los sectores biotecnológico, farmacéutico, de las tecnologías médicas, de los sistemas de diagnóstico, de la bioinformática... con un espíritu aglutinador, innovador, de identificación de necesidades y prescripción de soluciones; con voluntad de reaccionar ante las oportunidades, de promover sinergias, trabajos en red y colaboraciones. En resumen, de convertir nuestra investigación y nuestros sectores innovadores en motor económico, y posicionar Cataluña y Barcelona en un lugar destacado del panorama internacional.

Para potenciar lo que tenemos en Cataluña, trabajamos en los ámbitos estratégico y operativo, prescribiendo soluciones, alineando voluntades, buscando complicidades, actuando como socios de conocimiento y firmando acuerdos específicos de colaboración. Solo hay una estrategia para impulsar el sector: dibujar toda la cadena de valor, identificar los puntos en los que es necesario y posible incidir, desde grandes infraestructuras al servicio de la innovación hasta jornadas de *networking*, planes estratégicos para el sector, programas formativos específicos o ayudas directas para la internacionalización.

Las acciones de Biocat para poner en marcha grandes proyectos de país son visibles, por ejemplo, en la creación del consorcio Biopol, en las negociaciones para hacer que el Laboratorio de Ultrasecuenciación Genómica español esté ubicado en Cataluña u obteniendo del Estado y de la Generalitat el apoyo para poner en marcha la oficina que debe presentar la candidatura de Cataluña como nodo del Instituto Europeo de Tecnología.

Para consolidar el sector, Biocat ha impulsado proyectos propios y colaboraciones con otras entidades. Hemos firmado acuerdos con la Cámara de Comercio de Barcelona, el Colegio Oficial de Médicos de Barcelona, Barcelona Activa, ACC1Ó, ASERM (Asociación Española de Rapid Manufacturing), CataloniaBio, Fenin, Kim-BCN, Asebio o Genoma España, entre otras. Se trata de acuerdos dirigidos a promocionar el espíritu emprendedor, coordinar acciones para la internacionalización del sector, elaborar planes estratégicos para el clúster, diseñar programas formativos o colaborar en la valorización y la comercialización de la investigación.

En el ámbito de la promoción internacional, trabajamos con las administraciones para hacer de Barcelona — y por extensión de Cataluña— un *hub* biomédico que sitúe a nuestra capital en el circuito de ciudades que acogen los principales acontecimientos que deben facilitar a nuestras empresas la búsqueda de socios y financiación internacional, como la Iniciativa de los Medicamentos Innovadores (IMI) o el proyecto Interbio del Programa Interreg del SUDOE — Espacio del Suroeste Europeo. Biocat es también socio del Consejo de Bio-Regiones Europeas (CEBR) y tiene convenios de colaboración con entidades homólogas de Quebec (Canadá), Estados Unidos, India o Australia.

## La apuesta de Cataluña por una política de innovación

En un entorno de crisis, y a pesar de las recomendaciones de la Comisión Europea de potenciar la inversión en innovación, recogidas en su plan de recuperación económica, se ha producido en el Estado español un considerable recorte en este ámbito. De acuerdo con todos los indicios, la crisis ha acabado afectando a los presupuestos y en 2010 el Estado español dispondrá de menos recursos (una reducción global del 3% en I+D+i). Es una mala noticia. En Cataluña, según los datos de los que disponemos en el momento del cierre de este informe, los presupuestos para I+D+i se mantendrán.

Desde Biocat solicitamos a las administraciones que se refuerce la competitividad, que se invierta en sectores de futuro como éste, que se atienda la agenda de innovación, que se impulse el aumento de masa crítica y de capacidades, que se faciliten oportunidades de crecimiento, que se busquen alianzas estratégicas y, sobre todo, que se exploren todas las vías de financiación posibles. Nuestros socios y, al mismo tiempo competidores, ya están invirtiendo, no solo en infraestructuras, sino también, por qué no, en proyectos concretos de innovación, tanto públicos como privados; están escuchando a los actores de los sectores de excelencia cuando solicitan incentivos fiscales y suelo a buen precio; facilitan el acceso del talento a las pequeñas empresas y crean puestos de nueva generación; forman allí donde se necesita y dan apoyo donde es preciso.

## Fotografía del momento actual

Una verdadera política de innovación nacional contribuirá a fortalecer un sector de las ciencias de la vida que, como decíamos al principio, debe dar respuestas adecuadas a las delicadas necesidades del futuro.

Pero es necesario saber cuáles son nuestras capacidades reales y dónde podemos incidir para mejorarlas. ¿Quién tiene esta fotografía en Cataluña? ¿Dónde se posiciona nuestro sector frente a los competidores? ¿Cuándo, cómo y quién invierte en innovación? ¿Cuáles son los verdaderos cuellos de botella que frenan nuestro éxito y nuestro crecimiento?

Biocat publica hoy el primer informe sobre el estado de la biotecnología, la biomedicina y las tecnologías médicas en Cataluña. Se trata de una primera fotografía, todavía un poco recortada. Pero es un comienzo y debemos estar orgullosos de ella. Todo sector maduro se hace un retrato anualmente, no como herramienta de autocomplacencia, sino como diagnóstico, para saber qué tenemos que promover y también dónde debemos incidir y qué hay que retocar. Con este documento mostramos qué hacen las empresas y los centros de investigación de la BioRegión y la experiencia con que lo hacen, paso indispensable para diseñar nuestra propia política de innovación.

*Manel Balcells*  
*Presidente de la Comisión Ejecutiva de Biocat*



# Fortalezas, carencias y retos de un sector de futuro

Desde la creación de Biocat en 2006, uno de nuestros objetivos ha sido promover la consolidación del bioclúster catalán, facilitando la identificación y el conocimiento de los agentes activos en la BioRegión y favoreciendo su interrelación. Se trataba y se trata de propiciar el establecimiento de un ecosistema dinámico, en el que los diferentes elementos se complementen para lograr no una mera suma aritmética, sino un efecto multiplicador.

El bioclúster catalán es muy joven. Tanto las empresas como los centros y grupos de investigación que lo conforman se han creado mayoritariamente con posterioridad al año 2000. Aun así, el potencial del sector para convertirse en un motor de la economía catalana es claro, si somos capaces no solo de aprovechar sus puntos fuertes, sino también de detectar sus carencias y poner en marcha medidas para tratarlas y rectificarlas.

Este primer *Informe Biocat* que ahora ponemos en sus manos es una herramienta para avanzar en esta dirección, ya que el primer paso para impulsar un sector como el de la biotecnología y la biomedicina es conocer sus dimensiones y características distintivas, la tipología de agentes que lo constituyen, su estructura jurídica y financiera, sus actividades específicas y las necesidades que comportan, su impacto económico, la tipología y el volumen de trabajadores, el tipo de investigación que se lleva a cabo y los productos que se derivan, de ella.

El *IB'09. Informe Biocat sobre el estado de la biotecnología, la biomedicina y las tecnologías médicas en Cataluña* ha analizado todos estos parámetros de las empresas y centros de investigación de la BioRegión, a partir de la información recogida en el *Directorio Biocat*, de una encuesta propia y del cruce y la extrapolación de los datos sectoriales disponibles de los ámbitos catalán y estatal. Se trata de una primera aproximación que nos da un punto 0 de partida para poder hacer análisis de evolución posteriores. Asimismo, será necesario trabajar coordinadamente con otras entidades para poder disponer de cifras macroeconómicas sectoriales más precisas y específicas de Cataluña. En cualquier caso, los datos de este primer informe nos muestran un sector dinámico, pero todavía inmaduro; una extraordinaria capacidad de investigación científica que todavía no encuentra con suficiente facilidad las vías para alcanzar el mercado y convertirse, así, en innovación industrial y desarrollo económico; un sector aún demasiado enfocado hacia el interior y que tiene pendiente el reto de la



Dra. Montserrat Vendrell

Directora general  
de Biocat

internacionalización, en primera instancia hacia Europa, pero sobre todo hacia Estados Unidos, primer mercado biotecnológico mundial, y hacia países emergentes como Singapur o China.

La publicación de este informe coincide también con un momento de inflexión del sector biotecnológico internacional. A pesar de que los indicadores económicos continúan siendo positivos —el informe *Beyond Borders. Global Biotechnology Report 2009* (Ernst & Young) indica un crecimiento del 13% en los ingresos de las empresas biotecnológicas europeas en 2008 (que llega a un 17% de crecimiento en el caso de las compañías que cotizan en bolsa)—, durante el año pasado se produjo una retracción de hasta un 20% en las inversiones de capital riesgo en el sector biotecnológico europeo, que ha afectado principalmente a las empresas más pequeñas y menos consolidadas, una circunstancia que nos tiene que hacer estar atentos al crecimiento de nuestras empresas, ya que su tamaño y su grado de consolidación pueden constituir un factor crítico en un futuro no muy lejano.

El análisis de las inversiones en I+D realizadas en 2008 por las 100 principales compañías europeas y por las 100 mayores empresas del resto del mundo demuestra que, pese a la crisis económica, la mayoría de las empresas mantuvo un importante esfuerzo inversor, con un incremento del 6,9% respecto a 2007. El estudio *Scoreboard* de la Unión Europea (UE) indica que los sectores farmacéutico y biotecnológico —con un 18,9% de las inversiones totales en I+D de las empresas analizadas— son los que invierten más, seguido de las TIC. Sin embargo, no podemos pasar por alto que en el mismo análisis se evidencia un parón en el crecimiento de las inversiones (que habían aumentado un 9% en 2007 y un 10% en 2006) y que, mientras las compañías norteamericanas destinan un 69% de sus inversiones a los sectores de alta intensidad en I+D (biotecnología, TIC, tecnologías médicas), las empresas europeas solo dirigen a estos sectores el 35% de sus fondos de I+D+i.

## El ecosistema catalán

A lo largo de los últimos 20 años en Cataluña se ha realizado una seria apuesta por la investigación, con inversiones orientadas a promover y a consolidar la investigación en nuestras universidades y, sobre todo a partir del año 2000, a crear centros de investigación, parques científicos y plataformas tecnológicas. Gracias a este esfuerzo, la producción científica de Cataluña representa el 2,5% de la europea y el 0,87% de la mundial.

Cataluña ocupa un puesto muy destacado en el conjunto de la investigación científica española, y especialmente en los ámbitos y disciplinas de los que se ocupa el *Informe Biocat*: la biotecnología, la biomedicina y las tecnologías médicas. En centros catalanes trabaja más del 70% de los investigadores dedicados a la genómica en todo el Estado español; Cataluña cuenta con nueve centros de investigación biomédica y 12 institutos de investigación hospitalaria, cuatro de los cuales —el Instituto de Investigación Hospital Universitario Vall d'Hebron (IR-HUVH), el Instituto de Investigación Biomédica de Bellvitge (IDIBELL), la Fundación Instituto de Investigación en Ciencias de la Salud Germans Trias i Pujol y el Hospital Clínico-IDIBAPS— están acreditados como institutos de investigación sanitaria por el Ministerio de Ciencia e Innovación, a través del Instituto de Salud Carlos III, un reconocimiento que solo tiene otro hospital español, el Virgen del Rocío de Sevilla; Barcelona es la segunda ciudad del mundo que genera más publicaciones sobre nanotecnología y los centros catalanes que investigan sobre esta disciplina —como el Instituto de Bioingeniería de Cataluña (IBEC), el Instituto Catalán de Nanotecnología (ICN), el Centro de Investigaciones en Nanociencia y Nanotecnología (CIN2) o el Centro de Investigación en Nanoingeniería (CRnE)— son referentes internacionales. Y estos no son más que unos pocos ejemplos.

A pesar de la indudable mejora general en investigación, que en muchos ámbitos ha liderado Cataluña, en el terreno de la innovación industrial el español se encuentra entre los últimos de Europa. En el último informe sobre competitividad del Foro Económico Mundial (*The Global Competitiveness Report 2009-2010*), el Estado español cae al puesto 33 en competitividad —de los 133 países analizados—, con una puntuación de 4,6 sobre 7, y uno de los factores

evaluados más negativamente es el nivel de innovación, parámetro en el que el Estado español ocupa el puesto 40, a pesar de ser la octava economía mundial. En el Estado español el número de solicitudes de patentes por habitante es solo un tercio de la media europea y, tal y como muestra el análisis realizado en el presente informe, el número de patentes y de nuevas empresas generadas por nuestros centros de investigación —claros indicadores de cómo la innovación científica constituye innovación productiva— es realmente bajo (véase el apartado 8.3).

Así, pues, tenemos un sistema de investigación emergente y de calidad, pero que todavía se encuentra lejos de la economía productiva. Y, sin embargo, existe un reconocimiento general, por parte de los teóricos de la economía y de los responsables políticos, de que solo con un cambio de modelo productivo que se apoye en la innovación conseguiremos superar la actual crisis y, sobre todo, sentar las bases para un crecimiento sostenible.

El sector biotecnológico muestra su potencial para ser la piedra angular de esta apuesta por la innovación que necesita nuestra economía. Veamos, en primer lugar, qué está ocurriendo en el mundo. A pesar de la caída de las inversiones de capital riesgo comentada anteriormente, la facturación global del sector en 2008 fue de 89.648 millones de dólares, un 8,4% más que el año anterior. Los ingresos de las biotecnológicas europeas fueron de 13.548 millones de euros, con un incremento de unos 1.800 millones respecto a 2007 (*Beyond Borders 2009*, Ernst & Young, 2009). Es decir, se ha producido una contracción —en 2007 los ingresos globales del sector se habían incrementado en más del 30%—, pero el sector ha resistido la crisis mejor que otros y ha sido capaz de aumentar tanto el número de empresas activas (que el informe *Beyond Borders* cifra en 1.836 compañías en Europa en 2008 frente a las 1.744 de 2007) como el número de nuevos productos, especialmente de medicamentos. Solo en Europa en 2008 había más de 1.000 proyectos de productos en diferentes fases de prueba preclínica o clínica (I, II y III), si bien las diferencias entre países eran muy acusadas, con Reino Unido a la cabeza con cerca de 250 productos en diversas fases de prueba.

Como se explica en los apartados introductorios y se cuantifica en la parte analítica de este primer *Informe Biocat*, la biotecnología roja, de la que están surgiendo nuevas terapias y medicamentos, procedimientos de diagnóstico y tratamientos que inciden en la salud humana, es preeminente en Cataluña. De hecho, centra la investigación del 60% de nuestros centros de investigación y supone el 64% de la actividad de las empresas analizadas (véanse las figuras 7 y 44). El de la salud es un sector anticíclico, prioritario desde la perspectiva de los gestores públicos, pero también de los ciudadanos, ya que los avances en este ámbito tienen una traducción directa en el bienestar de las personas. La biotecnología es también el ámbito a través del cual la industria farmacéutica —que invirtió en el Estado español más de 1.000 millones de euros en I+D en 2008— busca la necesaria innovación de su cartera de productos, por lo que destinó más del 19% de las inversiones directamente en proyectos biotecnológicos. De aquí el potencial económico de la biotecnología roja. Pero la biotecnología verde —la que tiene aplicaciones agroalimentarias y medioambientales— y la biotecnología blanca o industrial, pese a que actualmente tienen una menor presencia en la BioRegión de Cataluña, constituyen ámbitos con capacidad para generar notables beneficios sociales y un importante crecimiento económico.

En el campo de la biotecnología verde, nuestros centros de investigación van, en términos porcentuales, por delante de las empresas (el 32,5% de los centros se dedica a investigación de aplicación en este ámbito, mientras que solo trabaja en ellos un 17% de las empresas del sector *biotec*) (véanse las figuras 44 y 7, respectivamente), pero es evidente el interés de sus aplicaciones, desde la mejora genética de especies animales o vegetales hasta la transformación y la conservación de alimentos, que incide directamente en la actividad económica de sectores mucho más amplios que el biotecnológico, como el sector alimentario (el más importante en el Estado español, con una producción de 80.000 millones de euros en 2008, es decir, el 17% del PIB industrial).

Ocurre lo mismo con la biotecnología blanca: la aplicación de bioprocesos o el uso de biomateriales en sectores industriales tradicionales tiene el potencial de transformarlos y de hacerlos más rentables y sostenibles.

Por otro lado, la producción de biocombustibles se plantea como una alternativa energética que puede ganar mucho peso en los próximos años. Y la investigación ha aportado innovaciones para abordar problemas importantes como la contaminación (biorremediación). Así, a pesar de que el número de empresas de nuestro estudio que indican actividad en biotecnología industrial (como proveedoras de productos y procesos) es relativamente reducido (un 17,6%) y que esta línea de investigación tiene un menor peso en nuestros centros (27,5%), el número potencial de empresas usuarias de esta línea es enorme y, por tanto, lo es el mercado que se abre ante las compañías *biotec* (véanse las figuras 7 y 44).

La investigación y la actividad productiva biotecnológica son, a su vez, campo de aplicación de avances tecnológicos de ámbitos originariamente no bio. La informática y la ingeniería se han convertido, así, en bioinformática y bioingeniería, dos piezas clave de la investigación biomédica que se realiza actualmente. El subsector de las tecnologías médicas, por su parte, aglutina un abanico diverso de empresas, en el que se pueden encontrar desde laboratorios que producen kits biológicos para diagnósticos, empresas expertas en telemedicina o diagnóstico por la imagen, hasta compañías de sectores industriales tradicionales —producción de plásticos, metalistería, etc.— que tienen subcontratada la producción de componentes para dispositivos médicos.

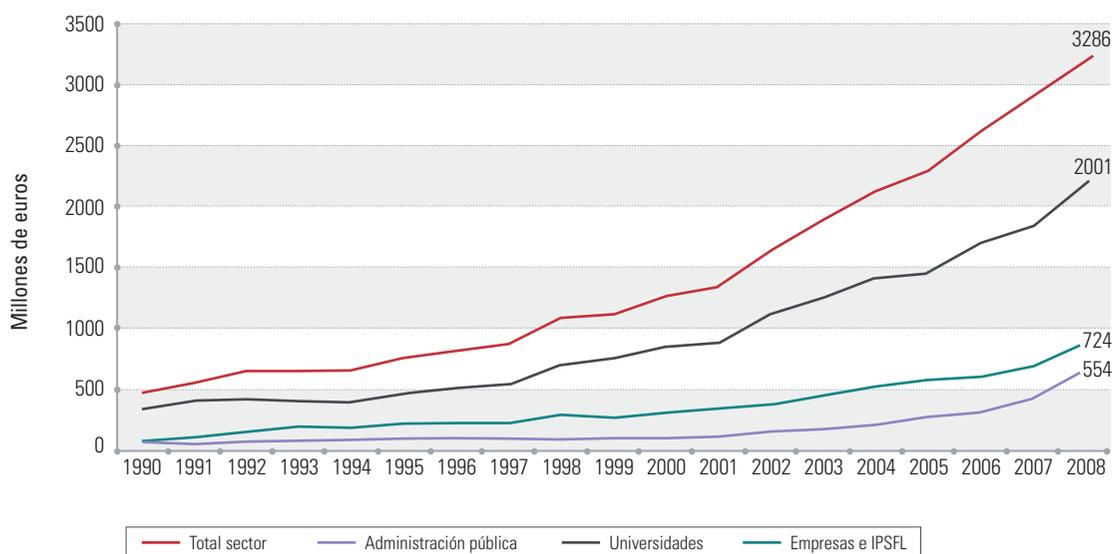
Las ramificaciones y el impacto económico de nuestro sector son, como se desprende de los párrafos anteriores, tan importantes como difíciles de acotar, y este ha sido uno de los primeros retos a los que hemos tenido que hacer frente a la hora de realizar este primer informe sobre el estado de la biotecnología, la biomedicina y las tecnologías médicas en Cataluña, especialmente cuando hemos querido hacer un compendio de las grandes cifras del sector. Así, tomando como fuente el *Directorio Biocat*, vemos que en Cataluña hay 65 empresas biotecnológicas y 70 empresas farmacéuticas, entre las cuales se encuentran las cinco primeras compañías del Estado español del sector: Almirall, Esteve, Ferrer Grupo, Lácer y Uriach, sin olvidar el Grupo Grifols, referencia mundial en hemoderivados.

Según el informe de Genoma España *Relevancia de la biotecnología española 2009*, el número total de empresas del sector de la biotecnología en el Estado español es de 669 —de las que Cataluña tiene el 25%—, mientras que identifica en Cataluña 47 puramente biotecnológicas de las 275 de todo el Estado español (datos correspondientes a 2008). Estas últimas ocupan directamente a 4.240 trabajadores, de los que casi la mitad son investigadores. Como muestra la parte analítica de este informe, en la mayoría de los casos las empresas de la BioRegión son muy pequeñas, con menos de 10 trabajadores, altamente cualificados y dedicados casi al 100% a la investigación (véase el apartado 7.5). Este modelo de empresa, consecuencia lógica de haber nacido a menudo como *spin-off* de una empresa (el 54% de las compañías encuestadas han nacido por iniciativa empresarial), de una universidad o de un centro de investigación, nos plantea una de las principales debilidades del sector, a la que tendremos que volver más adelante: la falta de *know-how* de gestión empresarial dentro de las estructuras de muchas empresas.

En el entorno de las empresas estrictamente biotecnológicas y de las farmacéuticas, encontramos algunas —más de un centenar de compañías registradas en el *Directorio Biocat*— que ofrecen servicios al sector, desde desarrollos informáticos para la investigación hasta consultoría empresarial o formación. Otro centenar de empresas se enmarca dentro del ámbito de las tecnologías médicas (diagnóstico *in vitro*, dispositivos médicos, bioingeniería, etc.).

El *Directorio Biocat* registra actualmente en nuestro sector 106 centros y casi 300 grupos de investigación, a los que hay que sumar, como se detalla en el apartado 6, una serie de entidades (hospitales, universidades) y de infraestructuras (centros de supercomputación, sincrotrón...) y servicios técnicos que hacen de Cataluña uno de los principales polos europeos de investigación. El análisis llevado a cabo en este informe muestra que la oncología y el sistema nervioso son las dos áreas terapéuticas principales donde centran su actividad investigadora tanto las empresas como los centros y los grupos de investigación catalanes, con un nivel de excelencia que es, sin duda, uno de los puntos fuertes del sector.

Cuadro I. Evolución del gasto en I+D+i en Cataluña (en millones de euros)



Fuente: *Estadística sobre actividades en I+D Año 2008 – Resultados provisionales*. Instituto Nacional de Estadística (INE). Nota de prensa del 18 de noviembre de 2009 y *Acciones financiadas por la Generalitat de Catalunya en materia de investigación, desarrollo e innovación. Ejercicio presupuestario del año 2007*, CIRIT, 2008.

\*IPSFL: Instituciones Privadas sin Finalidad de Lucro

El sistema de investigación catalán ha recibido un impulso público importante en los últimos años, como muestra el gráfico adjunto, donde se ve que la inversión en I+D+i en Cataluña se dobló entre 2001 y 2007.

Según el último análisis de estas inversiones publicado por el CIRIT, correspondiente al ejercicio 2007, los diferentes departamentos de la Generalitat de Catalunya invirtieron en conjunto casi 760 millones de euros en I+D+i, de los que el 56,36% (428 millones) se destinó a universidades e investigación, el 19,53% a salud (148 millones) y el 11,98% a industria (91 millones).

Pese a la mejora, hay que ser prudentes a la hora de evaluar la inversión en I+D en Cataluña, teniendo en cuenta que el punto de partida de nuestro país era bajo.

Los datos recientemente publicados por el INE demuestran un incremento del 12,9% invertido en I+D en Cataluña, que nos sitúa en un 1,61% del PIB. El esfuerzo realizado por las empresas representa el 60% del total, mientras que en el resto del Estado español esta proporción sigue siendo de 50:50. La media española en inversión en I+D se sitúa en el 1,35% del PIB, con un incremento del 10,2% respecto al año anterior.

Cabe mencionar que diversas comunidades se sitúan por delante de Cataluña en cuanto al porcentaje de inversión sobre el PIB, como Madrid (2,00%), País Vasco (1,96%) y Navarra (1,92%).

Si, por otra parte, tomamos el número de solicitudes de patentes como indicador de la transferencia tecnológica (y, por tanto, de desarrollo económico) que estas inversiones en I+D son capaces de generar, vemos que, según Eurostat, en 2005 Cataluña solicitó 48.683 patentes, por detrás de las 67.652 de Navarra y justo por delante de las 44.071 del País Vasco, y en cualquier caso, muy lejos de las solicitudes de patentes que generaron algunas de las regiones europeas más dinámicas.

Todas estas son cifras globales y resulta complicado saber qué proporción de esta inversión en I+D está incidiendo directamente en investigaciones y aplicaciones biotecnológicas y biomédicas.

## Encarando los retos

Tal y como muestra este primer *Informe Biocat*, estamos, pues, ante un ecosistema constituido por un colectivo relativamente reducido de empresas muy jóvenes, con un gran potencial de investigación, pero con algunas debilidades importantes: sus pequeñas dimensiones, tanto en personal como en capital; la falta en su personal directivo de especialistas en gestión empresarial que sean al tiempo buenos conocedores del sector, y las dificultades de acceso a financiación, en especial de capital riesgo, que tiene que permitir impulsar el necesario crecimiento de las empresas.

Por otro lado, tenemos un sistema público de investigación muy potente, en el que se ha invertido una gran cantidad de recursos (económicos y de personal) en los últimos años, pero que tiene dificultades para hacer llegar al mercado los productos que se podrían derivar de la aplicación de su investigación. La necesidad de un cambio cultural entre los investigadores, un mejor gobierno de las instituciones enfocado a resultados, un sistema de incentivos que estimule la innovación o los cambios normativos que faciliten el proceso de transferencia se cuentan entre los temas que deben tenerse en cuenta.

¿Cuáles son los retos que hay que abordar con más urgencia? A nuestro juicio, los vinculados al refuerzo del capital humano del sector, al impulso de la transferencia tecnológica, al acceso a la financiación y a la internacionalización.

## Capital humano

En el apartado 8.5. del informe se da cuenta del crecimiento experimentado por los estudios universitarios vinculados a la biotecnología, la biomedicina y las tecnologías médicas. El 18% de los estudios de las universidades catalanas (155 titulaciones) tiene relación con estos ámbitos, pero los itinerarios formativos que se ofrecen están todavía estructurados como compartimentos estancos, orientados a alcanzar la excelencia científica dentro de una disciplina concreta y con poca atención a capacidades transversales y competencias clave como la gestión de la propiedad intelectual, la dirección de proyectos, la comunicación, la gestión de equipos o el fomento del espíritu emprendedor y la innovación. Afortunadamente, empiezan a introducirse másters enfocados a la gestión de empresas innovadoras, pero aún queda mucho camino por delante para propiciar la flexibilidad de los itinerarios formativos y para buscarles un mejor encaje con los conocimientos que el mercado demanda.

Pero la formación de los futuros técnicos y gestores de la biotecnología catalana es tan solo uno de los aspectos que tenemos que considerar en este ámbito. Aquí y ahora son necesarias medidas claras que faciliten la incorporación de talento a las empresas biotecnológicas, que puedan facilitar el crecimiento y la consolidación de las compañías catalanas y su salida al exterior. En esta línea van programas de ayudas como el que Biocat ha puesto en marcha durante el último trimestre de 2009 junto con el Departamento de Economía y Finanzas para incorporar expertos y consultores estratégicos internacionales a los consejos de las empresas. La clave

del éxito residirá en garantizar que este tipo de apoyo sea estable y continuado en el tiempo, sin que se vea afectado por los períodos legislativos, de manera que las empresas puedan incorporar este capital humano a sus estrategias a medio plazo.

Desde Biocat también hemos puesto en marcha programas de formación en temas clave como la gestión estratégica de la propiedad intelectual o el desarrollo de negocio. No obstante, queda un espacio por llenar en la oferta educativa dirigida a las personas que deben encabezar el desarrollo de nuestro sector; un territorio de conocimiento de alto nivel —que ha de ser necesariamente de alcance internacional— en el que los científicos puedan acercarse al negocio y en el que personas expertas en gestión ejecutiva puedan formarse en las especificidades del sector biotecnológico y biomédico. Un espacio, en definitiva, donde las personas con perfiles científicos, tecnológicos y empresariales puedan pensar juntos nuevos perfiles necesarios para empresas basadas en el conocimiento. Retos como éste forman parte de la estrategia de Biocat para los próximos años.

### Impulso a la transferencia tecnológica

El importante crecimiento de la inversión en investigación científica que hemos comentado anteriormente no se convertirá en impulso de nuestro sistema productivo, ni en propulsor de la innovación en nuestras empresas, si no somos capaces de construir un sistema de transferencia tecnológica dinámico y eficiente.

Las instituciones públicas de investigación de nuestro país (universidades, hospitales y centros e institutos de investigación) deben ser los principales motores del desarrollo tecnológico de Cataluña, pero para que esto sea posible hay que fomentar la salida del conocimiento que se genera, principalmente mediante la creación de *spin-off* o mediante la licencia de las patentes.

A fecha de hoy faltan entidades especializadas, conocedoras de la demanda, capaces de identificar el potencial de la investigación, añadirle valor y acercarla al mercado con eficiencia. Por otro lado, todavía son necesarios cambios en el marco regulatorio y normativo que eliminen barreras que ahora se plantean, especialmente en el ámbito de la investigación hospitalaria. El Anteproyecto de Ley de la Ciencia y la Tecnología que el Ministerio de Ciencia e Innovación hizo público en febrero de 2009 avanzaba algunas medidas para resolver esta situación, como la posibilidad de que los centros públicos autoricen a los miembros de sus equipos para trabajar a tiempo parcial para entidades privadas o anular algunas de las restricciones vinculadas a la participación en el capital de empresas relacionadas con su actividad. No obstante, a finales de 2009 el futuro de la ley continúa siendo incierto.

### Financiación

La situación de recesión internacional en la que nos encontramos, con las bolsas prácticamente cerradas y el capital riesgo decantándose hacia empresas en fases de desarrollo más tardías, dibuja un futuro incierto para las empresas que empiezan.

El análisis realizado por Biocat (apartado 7.4.) indica que solo un 10% de las empresas ha accedido a primeras rondas de financiación (entre 0,5 y 4 millones de euros) y un escasísimo 5% se ha capitalizado en segunda ronda (normalmente por debajo de los 10 millones de euros).

La juventud y las dimensiones de las empresas, con equipos directivos de corta trayectoria, la falta de fondos de capital riesgo especializados en Cataluña que puedan facilitar el acceso a fondos de capital riesgo internacionales, unos modelos de negocio que a menudo optan por la supervivencia frente a la creación de valor

—poco atractivos para los inversores—, generan una inercia con frecuencia difícil de romper. Esta juventud también dificulta encontrar compañías internacionales de una cierta dimensión que quieran apostar por sus productos estableciendo acuerdos de licencia o de codesarrollo.

Instrumentos como la creación de préstamos participativos con esquemas ajustados a las características del sector, líneas de avales que permitan el acceso a créditos o fondos de derechos sobre proyectos pueden ser ingredientes que actúen como revulsivo. Un elemento que hay que tener en cuenta será también el papel que desempeñan las *family offices* como fuente de financiación, responsables del 46% del total de las operaciones en biotecnología en Europa en 2008, y que buscan sectores-refugio para sus inversiones.

### Una mirada al futuro

Si damos un paso hacia atrás y miramos en perspectiva el panorama que nos dibuja este informe sobre el estado de la biotecnología, la biomedicina y las tecnologías médicas en Cataluña, vemos un sector en crecimiento lleno de potencialidades que se encuentra en un punto crítico de su desarrollo, coincidiendo con un entorno complejo y un momento repleto de incertidumbre de la economía mundial.

Asimismo, el análisis nos dice que tenemos el potencial para avanzar en la buena línea: una posición de liderazgo en la investigación; un mercado que demanda nuevos productos y soluciones más eficientes, más adaptadas a las necesidades de la población, más sostenibles; una base empresarial e industrial amplia y dinámica... Nos falta, como hemos dicho, incorporar talento, un marco normativo más adecuado para el sector e instrumentos financieros apropiados. Nos hace falta impulsar la internacionalización —no solo pensando en abrir nuevos mercados para nuestros productos, sino también impulsando el trabajo en consorcio para desarrollar proyectos conjuntamente, porque necesitamos sobre todo socios internacionales que nos ayuden a crecer— y fomentar la creatividad.

Algunas soluciones son más fáciles, mientras que otras son más complejas, pero debemos empezar a tomar desde ahora mismo las decisiones oportunas y movilizar los recursos necesarios, para que de aquí a pocos años podamos dejar de hablar de un sector emergente para hablar de un sector consolidado que se haya convertido de pleno derecho en la fuerza tractora de nuestra economía.

*Montserrat Vendrell*  
*Directora general de Biocat*



# Algunas cifras y magnitudes

El objetivo de este apartado es proporcionar al lector del *Informe Biocat* una visión global a primera vista del impacto del sector de la biotecnología, la biomedicina y las tecnologías médicas, tanto desde el ámbito de las administraciones públicas como desde el mundo empresarial y, siempre que ha sido posible, enmarcado en el contexto español e internacional.

## Peso económico de Cataluña

- La actividad económica de Cataluña en 2008 generó un PIB a precios de mercado de 208.627 millones de euros (corrientes).
- El peso específico del PIB de Cataluña en el conjunto del Estado español es del 19,92% (2008).

### Cuadro II. Datos macroeconómicos de inversión en I+D

#### Estado español

- El gasto en I+D en 2008 ha sido de 14.701 millones de euros, con un incremento del 10,2% respecto a 2007, y pasa a ser el 1,35% del PIB.
- El gasto empresarial en I+D aumentó un 8,3% respecto a 2007, mientras que el gasto registrado por el sector público creció un 13,8%.
- Las actividades de I+D se financiaron principalmente por la Administración pública (con 6.699 millones de euros, un 45,6%) y el sector privado (con 6.608 millones, un 45%).
- El presupuesto del Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN) ha sido en 2009 de 5.280 millones de euros (un 50,9% para investigación y un 47,7% para innovación) y se prevé un refuerzo de los activos no financieros que llegará al 60,8% del total en 2010.
- El CDTI (Centro de Desarrollo Tecnológico e Industrial) invierte 1.067 millones de euros en proyectos de investigación (CEN IT, Interempresas, Neotec...) con un incremento previsto de entre el 20,2% y el 30%, según los casos, para 2010.

#### Cataluña

- En Cataluña se invirtieron 3.286 millones de euros en I+D en 2008 (un 12,9% de incremento respecto a 2007). Esta cifra equivale al 1,61% del PIB catalán. En Cataluña la inversión en I+D se desglosa como sigue: 60,9% del sector empresarial (2.001 millones de euros, con un incremento del 9,5% respecto a 2007); 16,8% de la Administración pública (554 millones de euros, con un aumento del 39,2% respecto a 2007) y 22,3% del sector de educación (724 millones de euros, con un incremento del 6,9% respecto a 2007).
- Cataluña participa en 9 de los 18 proyectos CENIT otorgados hasta noviembre de 2009, con una importante representación tanto de centros tecnológicos como de empresas, lo que supondrá unos 100 millones de euros más de inversión en I+D industrial.

#### Internacional

- La UE-27 invierte en I+D el 1,84% de su PIB, desglosado en un 54,5% de inversiones privadas, un 34,2% de aportaciones públicas y un 11,3% de aportaciones internacionales (2007).
- Estados Unidos invierte en I+D el 2,61% del PIB, desglosado en un 64,9% de inversiones privadas, un 29,3% de aportaciones públicas y un 5,8% de aportaciones internacionales (2007).

**(cont.) Cuadro II. Datos macroeconómicos de inversión en I+D****Capital humano**

- En el Estado español hay un total de 130.966 investigadores, es decir, un 6,5% de la población ocupada (2008).
- En Cataluña se contabilizan 25.063 investigadores, es decir, un 7,6% de la población ocupada. El 41% trabaja en empresas (10.276); el 16%, en la Administración pública (4.010), y el 42%, en el sector de educación (10.526), que representan, respectivamente, el 24,4%, el 19,2% y el 18% del Estado español (2007).
- En Cataluña el 70% de empresas que se dedican a I+D tiene una media de 104 trabajadores y menos de 10 dedicados a investigación, un modelo muy diferente a los sectores biomédico y biotecnológico, donde son mayoritarias las pymes y las microempresas, con casi el 100% de trabajadores dedicados a I+D (véase el apartado 7.5).

**Cuadro III. Inversión pública en I+D sectorial****Cataluña: biotecnología y biomedicina**

Según la información recogida por Biocat, durante los años 2008 y 2009 la Administración catalana ha destinado al sector de investigación biomédica y biotecnológica las partidas siguientes:

- El Departamento de Salud ha aportado 209 millones de euros (24,5 millones para proyectos y 184 para gastos indirectos) en 2009, lo que supone un incremento del 28% respecto a 2008 (16 millones para proyectos y 132 para gastos indirectos).
- El Departamento de Innovación, Universidades y Empresa ha aportado a los centros de investigación agrupados en el CERCA una inversión de unos 110 millones de euros (2008), mientras que el presupuesto de los centros CERCA relacionados con la biotecnología ha sido de 220 millones de euros.
- ACC1Ó aporta 6,7 millones de euros al sector: un millón para proyectos de centros de investigación, 4,1 millones para subvenciones de proyectos de I+D en empresas farmacéuticas, biotecnológicas y de tecnologías médicas, y el resto para estructuras de apoyo (2009).
- El ICFH ha colocado un total de 27 millones de euros en fondos de capital riesgo que invierten exclusiva o parcialmente en el sector. Estos fondos llevaban invertidos, en septiembre de 2009, un total de 14,5 millones de euros.

**Estado español: sector biotecnológico**

- Las subvenciones a proyectos de I+D, innovación e infraestructuras del Estado es de 507 millones (405 millones para proyectos, 72 para innovación y 30 para infraestructuras).
- La suma de subvenciones y créditos—directos e indirectos— destinados al conjunto del sector biotecnológico en todo Estado español se estima en más de 1.300 millones de euros.
- La Administración del Estado, a través del MICINN, aporta 362 millones de euros (70%); las comunidades autónomas, 115 millones (22,5%), y hay un incremento del 18% de la aportación de la UE, que alcanza los 29 millones de euros (6%).
- Cataluña recibe 105,7 millones de euros (24,9% de la inversión total del Estado) en subvenciones para proyectos de I+D (2008). Es la primera comunidad autónoma, por delante de Madrid (21,9%) y Andalucía (16,44%).
- La biotecnología genera ocupación directa, indirecta e inducida para 63.300 personas. Hay 22.210 investigadores, de los que 13.783 trabajan en el ámbito público (75% del total) (2008).

**(cont.) Cuadro III. Inversión pública en I+D sectorial**

- El MICINN prevé para 2010 un presupuesto de 259,7 millones de euros en programas de contratación de personal. De este, la mayor partida se destina al programa de Formación de Personal Investigador (FPI), con 94 millones de euros, y a la financiación de Torres Quevedo (que, con 65 millones, se incrementa un 17,8% respecto a 2009).

**Cuadro IV. Esfuerzo empresarial e impacto**

Las empresas farmacéuticas y biotecnológicas suman el 18,9% de las inversiones en I+D de conjunto de compañías innovadoras incluidas en el *Scoreboard* de la Comisión Europea.

**Sector farmacéutico**

- El sector farmacéutico ocupa el 10º puesto en volumen de negocio industrial en el Estado español.
- El sector farmacéutico representa el 40% de todas las empresas que realizan I+D en el Estado español, con una tasa de crecimiento del 3,9% en 2007.
- El sector farmacéutico es el único sector industrial que ha crecido en 2009 (datos de septiembre), con una tasa de crecimiento del 0,8%.
- Cataluña representa el 49,5% de la capacidad productora del Estado español y el 4,5% de este volumen de negocio.
- En Cataluña se contabilizan 145 empresas farmacéuticas, que representan el 45% de las de todo el Estado español.
- Los laboratorios más importantes de titularidad española son de capital catalán: Almirall, Esteve, Ferrer Grupo, Lacer, Uriach y el Grupo Grifols.
- Cataluña tiene 2.306 trabajadores dedicados a I+D en el sector farmacéutico (un 51,3% de los 4.521 de todo el Estado español), cifra que representa el 3,6% de la ocupación de las empresas innovadoras en Cataluña.
- Las empresas farmacéuticas catalanas invirtieron 381 millones de euros en I+D en 2008 (un 9,6% de incremento respecto a 2007). En el Estado español, la inversión de la industria farmacéutica en 2008 fue de 1.001 millones de euros, cifra que supone el 63,5% de la inversión en I+D de todos los sectores industriales.
- Almirall tiene un 5,3% de la cuota de mercado estatal por facturación; Esteve, un 3,2%, y Ferrer Grupo un 1,8% (2007). En 2008 la facturación de Lacer fue de 127,8 millones de euros, mientras que el Grupo Grifols ha facturado 689,6 millones de euros en el primer semestre de 2009.
- El conjunto de empresas asociadas a Farmaindustria (211 empresas, de las que 106 son catalanas) exporta 7.368 millones de euros, el 70% hacia la UE y un 9,2% hacia EEUU (2008).

### Sector biotecnológico

- El impacto económico directo, indirecto e inducido de la biotecnología en el Estado español se estima en 8.189 millones de euros de facturación, es decir, un 0,8% del PIB, y supuso más de 60.000 puestos de trabajo en 2007.
- El número total de empresas biotecnológicas (EB) y relacionadas (EBR) es de 669 en el conjunto del Estado español, de las que Cataluña tiene 168 (47 EB y 121 EBR), según el informe de Genoma España *Relevancia de la biotecnología en España 2009*. En el *Directorio Biocat* figuran 65 biotecnológicas y 150 empresas que se pueden considerar empresas relacionadas.
- Capital humano: 4.240 personas trabajan en el sector biotecnológico en el Estado español, lo cual supone un gasto en personal de 180 millones de euros (2008). El crecimiento anual de ocupación en el sector durante la última década ha sido superior al 35%. Se estima que en Cataluña el sector ocupa a unas 1.200 personas.
- La inversión en investigación de las empresas biotecnológicas en el Estado español se estima en 458 millones de euros (2008), con un 25% de incremento anual de inversión durante la última década. Las empresas aportan un 57% de la inversión con fondos propios (262 millones de euros).
- Se estima que la facturación de las empresas biotecnológicas en el Estado español fue de 706 millones de euros en 2008, a la que Cataluña ha contribuido con un 22,7% (160,3 millones de euros). El crecimiento anual durante la última década ha sido superior al 30%.
- El capital riesgo invertido en biotecnología representa el 0,8% (25,4 millones de euros) del total de capital riesgo invertido en el Estado español en 2008.
- Se estima que el capital privado (capital riesgo + fondos privados) elevado por las empresas catalanas en 2008 fue superior a los 21,3 millones de euros.
- La media de inversión es de 1 millón de euros por empresa de 20 trabajadores (en la UE-15 esta media es de 6,7 millones/empresa y en EE.UU., de más de 15 millones/empresa).

### Sector de las tecnologías médicas

- La industria de las tecnologías médicas en el Estado español (1.700 empresas que se traducen en 30.000 puestos de trabajo) representa el 8,3% del mercado europeo y genera una facturación anual de 6.000 millones de euros.
- Cataluña tiene, como mínimo, 200 empresas de tecnologías médicas, con elevada presencia en pymes y algunas grandes compañías tractoras. En conjunto, estas generan 5.000 puestos de trabajo cualificados.
- Cataluña representa el 40% del mercado español, con un volumen de negocio de 1.200 millones de euros.
- El 70% de la demanda en Cataluña procede del sistema sanitario público.
- Se estima que el mercado global produce un volumen de negocio de 187.000 millones de euros, del que EE.UU. concentra el 42% y Europa, el 33%, con una tasa de crecimiento anual del 5%.

Fuente: elaboración propia a partir de los informes y las notas de prensa presentes en la bibliografía.

Cuadro V. **Transferencia de tecnología****Publicaciones**

- Las publicaciones científicas catalanas representan el 25,54% de la producción del Estado español, el 2,5% de la europea y el 0,87 % de la mundial (2006).
- Cataluña genera el 57% de la producción en biomedicina del Estado español (2006).
- En biociencias, el conjunto del Estado español genera el 3,2% de todos los artículos científicos mundiales y el 8,5% de los europeos (2008). Estos datos sitúan al país en el quinto puesto de la UE-15.

**Patentes**

- El Estado español ocupa las posiciones 9ª y 11ª, respectivamente, en solicitudes y concesiones de patentes en la UE-15, pese a haber duplicado el número de solicitudes en 2008 y en 2007. En 2008 se presentaron 200 solicitudes ante la OEPM.
- Más de la mitad de los inventores en biotecnología españoles publican bajo titularidad de instituciones y empresas extranjeras.
- El índice de número de patentes biotecnológicas registradas en la OEPM por número de investigadores es de 0,2.
- El número de licencias de centros públicos a empresas ha sido de 74 en 2008 y de 78 en 2007, y el retorno económico asociado todavía está por debajo de los 3 millones de euros anuales.

- En Cataluña, según datos cedidos por siete de las universidades públicas, se han tramitado más de 76 solicitudes de patentes y contabilizado 22 licencias a empresas durante 2008 y principios de 2009.

**Contratos con empresas**

- Los contratos entre empresas y universidades para proyectos de I+D en biotecnología han alcanzado la cifra de 1.724, lo cual ha supuesto en 2008 61 millones de euros de ingresos por parte de las universidades en el conjunto del Estado español, con unos 30.000 euros/contrato de media.
- En Cataluña se han generado 453 contratos por un valor de 17 millones de euros en 2008 (23,5% del Estado español); el acumulado desde 2000 supone un total de 2.479 contratos por un valor de 73 millones de euros.

**Creación de empresas**

- Desde 2000 hasta 2008, las universidades españolas han promovido la creación de 76 *spin-off* (estimación), que representa un crecimiento medio de 10-12 empresas/año.
- En Cataluña, según datos facilitados por siete de las universidades públicas, se han creado más de 24 empresas entre 2008 y principios de 2009.



IB09

Tendencias e impacto  
de la biotecnología:  
oportunidades para Cataluña



# 1. La biotecnología: tendencias y respuestas de un sector clave de la economía

**J**ohn Burdon Sanderson Haldane (1892-1964), reconocido genetista británico (y uno de los fundadores de la genética de poblaciones) planteó la cuestión de que si algo lo podía hacer un microbio, no hacía falta que lo hiciéramos los humanos. Así anticipaba el concepto de biotecnología como herramienta para obtener soluciones técnicas. Pero quizás no llegó a imaginar que la biotecnología acabaría siendo lo que es ahora, uno de los grandes motores económicos de la sociedad y fuente inacabable de mejoras técnicas para la salud y la calidad de vida de las personas.

## 1.1 La revolución biotecnológica

El siglo XX permitió la domesticación y el uso de seres vivos anteriormente desconocidos o de especies que no se habían utilizado antes: bacterias, levaduras, gusanos, insectos, plantas y vertebrados que podían hacer casi de todo. Y también aquel siglo llevó a la descripción de los mecanismos básicos (genéticos, moleculares y celulares) que hacen posibles las funciones vitales. Conocemos ahora los mecanismos biológicos, los podemos explotar dentro y fuera de los huéspedes iniciales, los podemos modificar para adaptarlos a nuestras necesidades y combinar para inventar capacidades nuevas. Durante prácticamente toda su existencia, la humanidad ha sacado provecho de los miles de años de evolución para vivir mejor, si bien de una manera relativamente pasiva. Primero llegaron las plantas para curar, los animales para comer o las levaduras para elaborar cerveza o pan; después, microorganismos para obtener antibióticos y vacunas... Pero ahora entendemos muchos de los mecanismos y conocemos las bases moleculares de la genética, lo cual nos permite crear y no solo utilizar. Conocemos las bases de la respuesta

inmunitaria, que nos permite hacer nuevas vacunas para la gripe en menos de seis meses; aumenta nuestro conocimiento sobre las bases bioquímicas y genéticas de las enfermedades, tanto de las más prevalentes como de las menos frecuentes o raras. Es en este conocimiento profundo de la naturaleza y de sus mecanismos básicos, y en su aplicación, donde reside la revolución biotecnológica. En algunos casos, la capacidad de manipulación plantea aspectos éticos: selección genética de embriones, células madre para uso terapéutico y reproductivo, plantas y animales genéticamente modificados, etc. Son tres temas que actualmente protagonizan intensos debates políticos y éticos, que revelan hasta qué punto el profundo conocimiento y capacidad tecnológica que estamos alcanzando tienen importancia en nuestra sociedad, más allá de lo estrictamente económico. Pero los ejemplos mencionados, pese a ser de extrema sensibilidad, que hay que gestionar con el máximo rigor y respeto, no dejan de ser más que una vertiente del amplio abanico de posibilidades que ofrece la biotecnología.

En este primer *Informe Biocat* se ha querido contextualizar esta revolución, aportando elementos para entender dónde nos encontramos, cómo hemos llegado a ese punto y hacia dónde nos dirigimos. Y se dará también una idea del impacto económico de la biotecnología en las sociedades avanzadas y de la situación del sector en Cataluña.

## 1.2 La industria biotecnológica

### Un sector singular

No hay una definición absoluta de lo que se entiende por industria biotecnológica o sector biotecnológico. Según la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo

Económico), la biotecnología introduce un nuevo elemento en la cadena de producción, los organismos vivos, que se añade a los tradicionales de capital móvil, capital fijo, infraestructuras y capital humano. Así, pues, la biotecnología, entendida como "explotación de procesos biológicos para obtener soluciones técnicas aplicables a nuevos productos y servicios" es en realidad una plataforma transversal y probablemente con este criterio podríamos calificar de empresas biotecnológicas muchas más de las que son relevantes para entender las palancas económicas y la dinámica de un nuevo sector. No hay ninguna empresa farmacéutica que no utilice herramientas biotecnológicas para descubrir nuevos medicamentos, pero podría enmascarar los datos el hecho de incluir estas compañías en un análisis riguroso de las tendencias del sector. La infuyente publicación *The Future of Biotech: The 2010 Guide to Emerging Markets and Technology 2009* (BioWorld, 2009), se planteaba precisamente cómo distinguir una empresa biotecnológica de una que no lo es, y como pistas proponía tres posibles particularidades basadas en tres criterios diferentes: el científico, el cultural y el estructural:

- **Criterio científico:** las empresas biotecnológicas desarrollan o aplican productos biológicos como agentes terapéuticos, diagnósticos, industriales o alimentarios, y ofrecen servicios basados exclusivamente en técnicas moleculares o celulares.
- **Criterio cultural:** son empresas dinámicas y ágiles en la toma de decisiones que operan en un ámbito biotecnológico aunque no necesariamente generen productos o servicios de tipo biológico (por ejemplo, una pequeña empresa química que genere nuevas moléculas para síntesis clásica, pero que tenga cultura biotecnológica).
- **Criterio estructural:** suelen ser empresas pequeñas, normalmente de menos de 50 trabajadores, intensivas en investigación, financiadas con capital riesgo y que utilizan algún proceso biológico para su tarea investigadora o productiva.

En cualquier caso, en el ámbito en el que el sector biotecnológico es más maduro, el de la biotecnología aplicada a la salud, se habla ya de convergencia entre los sectores farmacéutico y biotecnológico. Las grandes farmacéuticas integran en sus carteras (*pipelines*) productos biológicos, como anticuerpos y ácidos nucleicos, y las grandes bio-

tecnológicas (como Amgen o Biogen-Idec) integran en sus carteras de productos moléculas pequeñas de síntesis química. En la biotecnología aplicada a la salud es donde el aspecto cultural y organizativo define mejor y más claramente lo que entendemos por "empresa biotecnológica", pero sin duda cada vez es más difícil distinguir entre una biotecnológica madura y una pequeña farmacéutica.

## Potencial de crecimiento

Hay consenso generalizado de que la biotecnología puede convertirse en un sector estratégico en la economía de un territorio. La dinámica del sector es expansiva y sus aplicaciones están todavía en fase de crecimiento activo (en aplicaciones sanitarias el sector biotecnológico es el principal motor del crecimiento de la facturación farmacéutica global; en bioenergías se prevén crecimientos de dos cifras durante los próximos 10 a 20 años; continuamente surgen nuevas aplicaciones, etc.). No obstante, el sector tiene como inconveniente cierta inercia. El ciclo de valor es largo, costoso y arriesgado. Aun así, si se implementan los incentivos adecuados, el sector crece y madura, y muestra una gran capacidad para transformar los modelos productivos de un determinado territorio. Es el caso de Cambridge (Reino Unido), Montreal (Quebec, Canadá), Múnich y Berlín (Alemania), Copenhague (Dinamarca), Turku (Finlandia) o Irlanda en todo el país, entre otros. En Cataluña se empezaron a implementar mecanismos para incentivar la creación de empresas biotecnológicas a partir de finales de los años 90 del siglo pasado. El resultado ha sido que en diez años se ha creado una base empresarial que crece más de un 20% anual (*Informe Asebio*, 2008) y que ha generado cerca de 2.000 puestos de trabajo en el sector privado, si bien todavía no hemos alcanzado un mercado biotecnológico maduro.

El potencial se manifiesta en entornos como los parques científicos, como es el caso del PCB (Parque Científico de Barcelona), que aloja a más de 40 empresas biotecnológicas. Todas ellas parten de cero y se nutren de tecnología inicialmente desarrollada en entornos académicos. Las primeras que se instalaron empezaron a operar en 2001, y es relevante el hecho de que prácticamente todas las empresas de aquella promoción siguen en activo, si bien la mayoría de biotecnológicas catalanas no existía antes de 2004.

En cuanto a empleo, el crecimiento del sector biotecnológico genera nuevas oportunidades laborales: es de los po-

cos sectores económicos que en 2008 han sido capaces de crear nuevos puestos de trabajo, como demuestra el estudio piloto realizado este año por CataloniaBio (*Estructura funcional, esquemas retributivos y oportunidades profesionales del sector biotecnológico catalán. 2009*). Y las cifras empiezan a ser significativas: cinco de las empresas pioneras de Cataluña (Advancell, Enantia, ERABiotech, Lipotec y Oryzon Genomics, empresa que en septiembre de 2009 trasladó sus instalaciones a Cornellà, aunque mantiene sus laboratorios en el PCB) proporcionan actualmente hasta 300 puestos de trabajo de alta cualificación.

Sus nuevas oportunidades laborales generan cierta presión formativa, por la necesidad de disponer de personal técnico cualificado, formado en ciclos superiores y en licenciaturas específicas. Como resultado de este estímulo que la demanda hace sobre la oferta formativa, en 2004 salen de la Universitat Autònoma de Barcelona los primeros licenciados en Biotecnología. En la actualidad se imparten licenciaturas equivalentes en las universidades de Vic, Pompeu Fabra o de Lleida. También las escuelas de negocios se orientan hacia la biotecnología, con ofertas específicas como las de la Escuela Internacional de Negocios Aliter o la IE Business School (ambas en Madrid).

El sector biotecnológico, tanto en el ámbito público como en el privado, requiere personal técnico altamente cualificado para realizar tareas de investigación o de apoyo. Hacen falta especialistas en biología molecular, nanotecnología, bioinformática o biología celular, entre otras áreas. A pesar de todo, se produce una cierta paradoja: la variada oferta universitaria en materias de ciencias de la vida da salida a un número elevado de universitarios con una tendencia muy acusada a buscar oportunidades en investigación en

el sector público, en el que podemos hablar incluso de un exceso de profesionales cualificados, que podrían tener cabida en el sector privado. Y, donde realmente hay oportunidades profesionales y carencias de expertos es en el ámbito directivo. La complejidad del sector es tan grande que la gestión no es sencilla y se genera una gran necesidad de *perfiles híbridos* (especialistas técnicos capaces de desempeñar un papel gestor). Las oportunidades están en el mundo de la financiación (los fondos de capital riesgo necesitan profesionales técnicos capaces de evaluar las nuevas tecnologías), en el de la coordinación (en los modelos de negocio virtuales, la gestión de proyectos es fundamental), en la propiedad industrial e intelectual (no se puede redactar o defender una patente biotecnológica sin una base técnica importante), en el *marketing* y en la comunicación (cuando se trata de vender expectativas la comunicación pasa a ser estratégica) o en el mundo de la estrategia regulatoria... Y, finalmente, es muy difícil encontrar profesionales cualificados para llevar el desarrollo del negocio o para dirigir una empresa de biotecnología una vez pasada la fase inicial de *start-up*.

En definitiva, el crecimiento del sector biotecnológico en Cataluña está generando una bolsa de empleo para científicos y técnicos en el ámbito de las ciencias de la vida que va más allá de la aplicación tecnológica del especialista. Cuando el sector público no da abasto para absorber profesionales formados en biomedicina o biotecnología, el sector privado en expansión tiene el potencial de crecimiento suficiente para crear nuevos puestos de trabajo y absorber un buen número de estos especialistas, sobre todo si son capaces de integrar un elevado conocimiento técnico con capacidades transversales como la negociación o la gestión de proyectos.



## 1.3 Los colores de la biotecnología

El lema de la Convención BIO (principal encuentro anual del sector biotecnológico mundial, organizada por la Biotechnology Industry Organization norteamericana) de los años 2008 y 2009 ha sido *Healing, Feeding and Fueling the World* (curar, alimentar y abastecer de energía al mundo). Asistimos a una revolución nada silenciosa, que va extendiéndose y ocupando cada vez más sectores, de la salud a la química fina, de los campos de cultivo a las refinerías de petróleo, de la alimentación a la recuperación ambiental y al textil. El lema de la Convención BIO es muy útil para segmentar sus aplicaciones. Actualmente se utilizan tres colores: el rojo para definir la biotecnología aplicada a la salud; el verde, para la biotecnología de impacto agroalimentario, y el blanco para aquellas aplicaciones relacionadas con la industria. Se está intentando introducir también el color azul para definir la biotecnología marina, pero no aplicaremos este criterio en el presente informe.

### Biotecnología roja o sanitaria (biotecnología para curar)

Comprende las aplicaciones terapéuticas, diagnósticas, de salud animal y de investigación biomédica, y también

se puede incluir en esta categoría la biotecnología aplicada al desarrollo de alimentos funcionales y nutracéuticos.

### Biotecnología verde o agroalimentaria (biotecnología para alimentar)

Si bien es más conocida porque incluye los cultivos transgénicos (OMG, u organismos modificados genéticamente), en sentido amplio también puede englobar la biotecnología aplicada al control de plagas (biocontrol), a la mejora de la calidad de la tierra (biofertilización) e incluso la industria alimentaria (sin duda, la primera industria biotecnológica de la humanidad, ya que la elaboración tanto del pan como del vino, el yogur o la cerveza son actividades estrictamente biotecnológicas).

### Biotecnología blanca o industrial (biotecnología para obtener energía)

Incluye todas las aplicaciones biotecnológicas ligadas a la industria química, a los procesos industriales de procesamiento de materias primas, a la generación de tejidos biológicos, a la generación de combustibles (biocombustibles), la biodetergencia y la biorremediación, es decir, utilizar la biotecnología para descontaminar o prevenir la contaminación, etc.



## 1.4 La biotecnología roja

De hecho, cuando se habla del sector biotecnológico, se identifica como el de las empresas que se dedican a temas del ámbito biomédico, aunque sea un sesgo no real de lo que es biotecnología a causa de su impacto en la salud de la población. Los medicamentos de origen biotecnológico aparecieron con la insulina recombinante en 1983 y ahora representan más de 100 moléculas diversas, indicadas para tratar más de 200 enfermedades diferentes, desde la artritis al cáncer, enfermedades muy prevalentes y enfermedades raras como la fibrosis quística. Ejemplos como la insulina, la hormona del crecimiento, el factor IX de coagulación, la eritropoyetina y sus variantes, el interferón, etc. y los del siglo XXI, los anticuerpos monoclonales, el enbrel

o las vacunas contra el papiloma y el cáncer de cérvix. A todo este nuevo arsenal de medicamentos hay que añadir los avances espectaculares en el sector diagnóstico, donde los anticuerpos monoclonales, la PCR (reacción en cadena de la polimerasa) y el abaratamiento de los costes de secuenciación del DNA, junto con una capacidad cada vez mayor de procesamiento de muestras y datos gracias a la nanotecnología y la bioinformática, hacen cada vez más próxima la posibilidad de hacer medicina personalizada. Antes de entrar a dar cifras sobre el impacto económico de la biotecnología roja se repasarán brevemente los hitos más importantes asociados a la construcción del sector biotecnológico como sector industrial diferenciado.

### Cuadro 1. Genentech

La biotecnología moderna recibió el primer gran impulso en 1953, cuando James Watson y Francis Crick publicaron un texto breve en la revista Nature (artículo que no llega a las mil palabras) en el que se describe la estructura del DNA y se anticipa un mecanismo que permitía copiarlo. Descifrando las claves mecánicas de la vida, Watson y Crick abrían la puerta a su posible explotación comercial.

Sin embargo, debían pasar 25 años para que la biotecnología se convirtiese en un sector económico digno de ser tenido en cuenta y se transformase en industria. Fue en octubre de 1980, con una de las salidas a bolsa de más éxito de la historia hasta aquel momento, la de la compañía Genentech, una pequeña empresa creada por científicos de la Universidad de California en San Francisco con el apoyo visionario de un capitalista de Silicon Valley de 27 años. No fue por casualidad que la enorme expectativa creada por la salida a bolsa de Genentech estuviera basada en el descubrimiento de Watson y Crick y en los 25 años de continua mejora tecnológica posterior. Básicamente, lo que Genentech prometía era la posibilidad de hacer nuevos fármacos basados en el conocimiento que teníamos de cómo los genes (escritos en el DNA) codificaban la síntesis de las proteínas (los bloques estructurales y funcionales de las células), y en la capacidad técnica de cortar y pegar trozos de DNA a voluntad. Entre 1953 y 1978 se habían desarrollado suficientes herramientas como para manipular la información genética de forma controlada, y habíamos aprendido a utilizar las bacterias como fábricas de algunas proteínas. Las primeras proteínas recombinantes (producidas por ingeniería genética) anunciadas por Genentech fueron la so-

matostatina, que todavía se utiliza como agente terapéutico (en 1977), la insulina (en 1978), la hormona del crecimiento (1979) y el interferón (en 1980). Y los primeros grandes hitos comerciales fueron la aprobación de la insulina recombinante en 1982 (comercializada por Lilly como humulina) y el lanzamiento comercial por la propia Genentech de la hormona del crecimiento en 1985 (protropina).

Aun así, la salida a bolsa de Genentech no solo marcó un hito tecnológico. Genentech estableció, además, las bases del modelo de negocio actual de la biotecnología: la creación de una enorme expectativa alrededor de una tecnología capaz de solucionar problemas no resueltos en el campo de la salud y la transformación de esta expectativa en un valor económico de manera que se puede comprar y vender en un mercado parecido al de los futuros financieros. Con Genentech, y poco después Amgen, aparece la figura del capitalista de riesgo y también el concepto de transferencia de tecnología desde las instituciones públicas hacia el sector privado (en 1999, después de nueve años de batalla legal, Genentech tuvo que pagar 200 millones de dólares a la Universidad de California en San Francisco (UCSF) en reconocimiento a su aportación al desarrollo de la tecnología que estaba en la base de la hormona del crecimiento, el primer producto comercial de Genentech). Y no solo esto, la patente Boyer-Cohen, base de la ingeniería genética, ha reportado centenares de millones de dólares en regalías a las universidades de Stanford y UCSF desde que fue aprobada en 1980. El modelo de explotación de esta patente es un ejemplo para la comercialización de la propiedad intelectual de muchas universidades y centros de investigación de todo el mundo.

Asimismo, Genentech fue pionera al reforzar la credibilidad de su mensaje, estableciendo alianzas de investigación, desarrollo y comercialización con grandes farmacéuticas, como hizo con Lilly para el desarrollo y la comercialización de la primera insulina recombinante.

Finalmente, otro detalle pionero de Genentech y característico del sector tal y como lo conocemos ahora es la transformación de científicos en fundadores de empresas y

gestores. Herbert Boyer, fundador de Genentech, fue su vicepresidente hasta 1990 y después fue miembro de su consejo de Administración. En un artículo de Scrip del año 2000 se revelaba que en ese año había nueve consejeros delegados de empresas biotecnológicas americanas que habían empezado sus carreras como científicos... ¡en Genentech! Actualmente no es infrecuente ver en el sector el paso del personal científico a tareas de gestión estratégica (desarrollo de negocio, gestión de proyectos o dirección general).

## Hitos significativos

- 1953** La revista *Nature* publica el artículo de Watson y Crick en el que se proponía una estructura de doble hélice del DNA y se anticipaba el mecanismo por el que la información del DNA se podía copiar de generación en generación.
- 1966** Se descifra el código genético, que demuestra la correspondencia entre triplete de nucleótidos y cada uno de los 20 aminoácidos que forman las proteínas.
- 1972** Paul Berg y sus colaboradores crean la primera molécula de DNA recombinante y publican su trabajo en la revista *PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences)*.
- 1976** Se producen los primeros anticuerpos monoclonales. A diferencia de la ingeniería genética, el procedimiento desarrollado por Milstein y Kohler para la obtención de anticuerpos monoclonales no fue patentado.
- 1977**
- Genentech anuncia la producción mediante ingeniería genética, de la primera proteína humana de uso terapéutico en una bacteria: la somatostatina.
  - Walter Gilbert y Allan Maxam diseñan un método sencillo para secuenciar el DNA, extensivamente empleado hasta finales de los años 80.
  - Sanger desarrolla su propio método de secuenciación de DNA.
- 1978** Producción de insulina por Genentech (años después los derechos serían licenciados a Lilly en un modelo de colaboración entre la industria farmacéutica y la biotecnológica que está plenamente vigente en la actualidad).
- 1981**
- Primeros ratones transgénicos (portadores de genes de otro ser vivo), obtenidos en la Universidad de Ohio.
  - Hoechst AG crea un precedente en la industria al pagar 70 millones de dólares al Hospital General de Massachusetts por los derechos exclusivos de las patentes que pudieran generar.
- 1982** La FDA (Food and Drug Administration) aprueba el primer fármaco obtenido por ingeniería genética: la insulina producida en bacterias.
- 1983** La FDA aprueba el primer test diagnóstico basado en un anticuerpo monoclonal (prueba para detectar infecciones por *Chlamydia*).
- 1984** Se desarrolla la técnica basada en la huella genómica, que permite la identificación genética de las personas. A partir de 1985 se empieza a usar en medicina legal.
- 1985**
- Cetus lanza comercialmente la tecnología de la PCR (*Polimerasa Chain Reaction*), que permite generar en pocas horas miles de millones de copias de DNA a partir de tan solo una molécula presente en una muestra biológica.
  - Se aprueban las primeras guías regulatorias para experimentos de terapia génica en humanos.
- 1986**
- Se aprueba el primer anticuerpo monoclonal terapéutico (para el rechazo agudo en transplante de riñón), 11 años después de la descripción de la tecnología.
  - Aparición de los primeros secuenciadores automá-

ticos fluorescentes de DNA, que permiten anticipar la posibilidad de secuenciar genomas completos y sientan las bases para la futura secuenciación del genoma humano.

- Aprobación por parte de la FDA de la primera vacuna con tecnología recombinante, contra la hepatitis B, por Chiron Corp. Se aprueba también el primer producto recombinante para tratar el cáncer: el interferón.

**1988** Se concede la primera patente por un animal transgénico a científicos de Harvard (Philip Leder y Timothy Stewart). Se trata de un ratón con una elevada tendencia a desarrollar cáncer de mama.

**1989** Se crea el National Center for Human Genome Research con el objetivo de completar la secuencia del genoma humano en 2005 y un presupuesto inicial de 3.000 millones de dólares. Un año después vería la luz oficialmente el Proyecto Genoma Humano, iniciativa internacional que finalmente tendría un presupuesto de 13.000 millones de dólares.

**1990** Primer ensayo clínico de terapia génica: el paciente Ashanti da Silva, entonces un niño de cuatro años con una alteración génica que le producía una deficiencia en una enzima clave del sistema inmunitario, empieza a recibir inyecciones periódicas de células de su propia sangre a las que se había transferido el gen normal.

- 1993**
- Se aprueba un tratamiento con interferón beta recombinante para la esclerosis múltiple.
  - Kary Mullis recibe el premio Nobel de Química por la invención de la PCR.
  - Se crea la Biotechnology Industry Organization (BIO), que actualmente tiene 45 organizaciones filiales estatales en EE.UU.
  - Se descubre la primera asociación entre un gen y el cáncer de mama, hito seguido de una auténtica explosión de asociaciones entre genes y enfermedades. Se presta a la creación de una nueva hornada de empresas biotecnológicas (genómicas) que se especializan en la investigación de este tipo de asociaciones y en patentar nuevos genes: Human Genome Sciences, Incyte, Pharmagene, Decode Genetics, Millenium.
  - Se aprueba el primer fármaco en 30 años para el tratamiento de la fibrosis quística, una versión recombinante de la enzima DNasa.

## Cuadro 2. Terapia génica: la larga marcha

En 2009, 19 años después de la primera prueba clínica, solo había un tratamiento comercial en China (aprobado desde 2003) para el tratamiento de cáncer de cabeza y cuello\*. En 2005 los analistas afirmaban que el mercado potencial de los productos de terapia génica podría alcanzar los 5.000 millones de dólares en 2011. Pero difícilmente se llegará si observamos los desarrollos en marcha en 2009. Pese al gran potencial, la biología es tozuda y al riesgo que comporta emplear vectores víricos para administrar el DNA hay que añadir el hecho demostrado de que la inserción al azar del DNA en el genoma de las células puede provocar cáncer. No es un disparate afirmar que la terapia génica, después de quemar probablemente más de 5.000 millones de euros en unos 1.800 ensayos clínicos desde 1990, es una de las mayores promesas incumplidas de la breve historia de la biotecnología como negocio.

Aun así, existen unas 200 empresas biotecnológicas con actividades de investigación en terapia génica y fondos de capital riesgo interesados en invertir en ella. El desarrollo de vectores no integrativos (capaces de permitir la expresión de los genes sin que se integren en el genoma principal), la demostración práctica de que es posible desarrollar vacunas basadas en DNA y la mejora de los sistemas de vehiculización dirigida de fármacos dentro del campo de las nanomedicinas explican en parte que la terapia génica siga siendo un área de interés para el desarrollo de nuevos fármacos. Está formada por unos 250 ensayos clínicos activos financiados por la industria, según el registro de los NIH (*National Institutes of Health*) de EE.UU., pero la expectativa inicial ha quedado sin duda reducida, y quizás superada, por la perspectiva curativa que ofrecen las terapias basadas en células madre.

\* Incluye los cánceres de laringe, conducto nasal y nariz, cavidad oral, faringe y glándulas salivares.

**1995** Se obtiene la primera secuencia completa de un organismo vivo (anteriormente se habían secuenciado virus, entre ellos el VIH): la bacteria *Haemophilus influenzae*.

**1996** Secuenciación del primer eucariota: la levadura del pan *Saccharomyces cerevisiae*.

**1997** Clonación de la oveja Dolly en el Instituto Roslin de Escocia. Se aprueba el primer anticuerpo monoclo-

nal con actividad anticancerosa, para pacientes con linfoma *no Hodgkins*.

**1998** Se aprueba un anticuerpo monoclonal para el tratamiento de una enfermedad inf amatoria: la enfermedad de Crohn.

**1998**

- Se completa la secuencia del primer genoma animal, el gusano plano *Caenorhabditis elegans*, muy utilizado como modelo experimental.
- Descubrimiento del RNA de interferencia, que da lugar a una tecnología con un impacto. Los descubridores de la tecnología, Craig Mello y Andrew Fire, recibieron el Nobel de Fisiología o Medicina en 2006.

**2000**

- La empresa Celera, dirigida por Craig Venter, con colaboradores académicos, publica en *Science* la secuencia de 180 Mb del genoma de la *Drosophila melanogaster*, el mayor secuenciado hasta el momento y la confirmación del polémico método de *shotgun* de Venter.

- Anuncio conjunto del primer borrador de la secuencia del genoma humano por parte de Human Genome Sequencing (16 instituciones de Francia, Alemania, Japón, China, Gran Bretaña y Estados Unidos) y Celera, en una ceremonia conjunta en la Casa Blanca.

#### Cuadro 3. Teranóstico y terapia dirigida

Los buenos resultados obtenidos hacia 1998 con un nuevo anticuerpo monoclonal (el trastuzumab) abrieron lo que se conoce como "teranóstico", o terapia asociada a la existencia de una condición diagnóstica que forma parte del tratamiento. El anticuerpo bloquea un receptor de estrógenos que, cuando está presente, indica un tipo de tumor de mama más agresivo. Esta asociación entre anticuerpo y receptor fue pionera por segmentar a los pacientes con criterios personalizados y aumentar la probabilidad de éxito del tratamiento. En aquel momento se acuñó el término "teranóstico" para esta asociación. En 2009 el desarrollo de nuevos fármacos asociados a una condición diagnóstica molecular de los pacientes se considera uno de los nuevos paradigmas de la industria.

**2001** Publicación de los dos borradores del genoma humano: en *Nature* (15 de febrero) y Celera en *Science* (16 de febrero).

**2002** Datos prometedores sobre la primera vacuna preventiva contra el cáncer de cuello de útero, basada en su actividad inhibidora contra el virus del papiloma humano. Habrá que esperar hasta 2009 para que las vacunas (Gardasil, de Merck, y Cervarix, de Glaxo) sean ya una realidad comercial.

#### Cuadro 4. RNA de transferencia (RNAi)

Siete años después del descubrimiento de esta tecnología (fue *Breakthrough of the year* en 2002 y sus descubridores recibieron el Nobel en 2006), su uso como herramienta de investigación en el laboratorio está plenamente extendido. En 2009 hay ya muchas empresas (unas 200 en todo el mundo y unas 20 en el Estado español) que basan su modelo de negocio en aplicaciones terapéuticas del RNA de interferencia (entre ellas, Silentis, del Grupo Zeltia, que anunció en julio de 2009 la aprobación para empezar pruebas clínica con su primer producto terapéutico basado en esta molécula). Ya hay productos en fase clínica II, fundamentalmente de aplicación local (las primeras indicaciones se han relacionado con la degeneración macular, con inyección directa en el globo ocular). El primer producto de administración sistémica, de Quark Pharmaceuticals, está dirigido a complicaciones asociadas a transplantes renales y se encuentra en fase I/II.

A finales de 2006 Merck pagó 1.100 millones de dólares en concepto de derechos parciales para desarrollar productos de una de las empresas con la propiedad intelectual más sólida, siRNA Therapeutics (en referencia al RNA pequeño de interferencia, designado por las siglas inglesas de su nombre, *small interference RNA*). Es interesante destacar que esta empresa, una de las pioneras en el desarrollo de aplicaciones terapéuticas de los RNAi, tuvo que reinventarse, ya que había empezado su trayectoria en 1992 con el nombre de Ribozyme Pharmaceuticals, basándose en el descubrimiento de que el RNA podía tener actividad catalítica. Un descubrimiento –merecedor de un premio Nobel– que después de una inversión de 200 millones de dólares nunca llegó a fructificar. Sin embargo, el camino recorrido y los paralelismos metodológicos entre la tecnología de ribozimas y el RNA de interferencia permitieron que en 2003 la empresa recibiera una inyección de 48 millones de dólares y se transformara en siRNA Therapeutics.

## 2003/ 2009

La lista de hitos en este período es tan numerosa y la aceleración que se ha alcanzado en las diferentes áreas relacionadas con la biotecnología en los últimos años es tan elevada que resulta difícil destacar hitos concretos y se puede incluso caer en cierta falta de perspectiva. De hecho, hay quien habla ya de biotecnologías nuevas o contemporáneas para referirse a campos en los que se han alcanzado avances espectaculares. No obstante, se citan algunos especialmente significativos:

- Pruebas de la reprogramación celular, mecanismo que permitió generar células madre a partir de células epidérmicas de varios pacientes.
- Técnica de las micromatrices, que permite poner de manifiesto perfiles de expresión y traducción de ácidos nucleicos (y que se encuentra en la base del funcionamiento de los chips de diagnóstico asociados a la medicina personalizada).
- Cultivo de células madre, en sus diferentes aplicaciones, como la clonación de animales para producción o de compañía, la medicina regenerativa o la terapia celular).
- Otros avances espectaculares se han dado en el campo del diagnóstico molecular, con el desarrollo de marcadores, o en la secuenciación de genomas, con técnicas más rápidas y económicas, o en la aplicación de la ingeniería genética, para la obtención de fármacos en plantas, insectos y animales (biopharming). A esta lista se pueden añadir las nuevas promesas en terapia génica, que han llevado a la revitalización de la técnica, o los esfuerzos de la biología sintética para desarrollar formas de vida "a la carta" que tengan aplicaciones industriales o terapéuticas. Esperamos que de aquí a unos años todos los avances de este período puedan generar hitos importantes, pero de momento se ha optado por capturar una pequeña selección en el apartado "las herramientas: cinco tecnologías de futuro".

## Impacto económico

Este campo de la biotecnología destaca por su aplicabilidad terapéutica. En el año 2000 la empresa Ernst & Young (*Convergence: The Biotechnology Industry Report, 2000*) fue pionera al hablar de convergencia entre empresas de

biotecnología y farmacéuticas, y a partir de ese año, la biotecnología se transformó en el auténtico motor de crecimiento de la industria farmacéutica (véase cuadro 5).

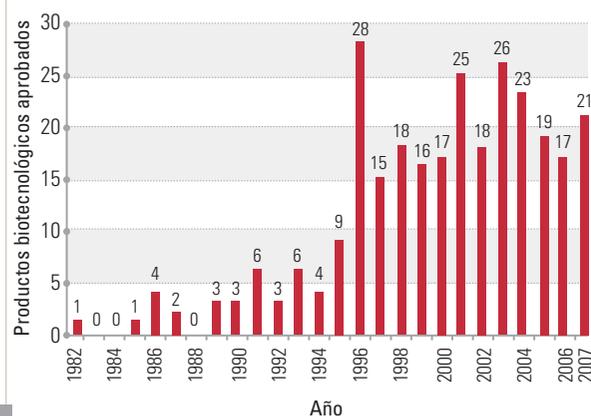
### Cuadro 5. Craig Venter en la frontera

Premio Príncipe de Asturias en 2001, Craig Venter fue la primera persona que secuenció el genoma completo de un organismo (*Hemophilus inf uenzae* en 1995). También fue el principal impulsor privado de los proyectos de secuenciación del genoma humano y de sus aplicaciones comerciales con la compañía Celera Genomics. Asimismo, fue el primero en crear un virus totalmente sintético, en 2005. En 2007 anunció que estaba en situación de unir los componentes esenciales que hacen viable un organismo, y lo demostró en 2008 cuando sintetizó el mayor cromosoma bacteriano capaz de replicarse (*Mycoplasma genitalium*). En agosto de 2009 anunció que había conseguido transformar con éxito el genotipo de una bacteria para transformarlo en otro, con funcionalidades diferentes y nuevas, abriendo ya la puerta al diseño de *microbios a la carta*, básicamente con el propósito de producir energía más limpia, eliminar contaminaciones industriales o reducir el CO<sub>2</sub> atmosférico. Su última compañía, Synthetic Genomics, lidera el campo de las aplicaciones comerciales de la biología sintética, fundamentalmente para la obtención de microorganismos aplicados a la generación de nuevos biocombustibles, la fijación del CO<sub>2</sub> atmosférico y la biorremediación.

Un reflejo de ello es que mientras la industria del medicamento creció alrededor del 5% en los últimos años, las ventas atribuidas a los medicamentos de origen biotecnológico se han incrementado a ritmos superiores al 10%. Así, la influencia de la biotecnología en los nuevos medicamentos es cada vez más relevante; solo hay que analizar la evolución histórica de aprobaciones de nuevos fármacos biotecnológicos: durante la década de los 80 del siglo pasado hubo cinco, durante los 90 hubo 103, y en el período 2000-2008 se han registrado 183 nuevos. Y, lo más importante, en la actualidad el 35% de los fármacos en desarrollo tienen origen biotecnológico (Figura 1).

En 2008 cerca del 15% de la factura farmacéutica global de 780.000 millones de dólares correspondió a medica-

Figura 1. **Productos biotecnológicos aprobados entre 1982 y 2007**



mentos biotecnológicos, con cinco productos puramente biotecnológicos que superan los 5.000 millones de dólares en ventas anuales (véase la tabla 3). Se estima que en 2015 más de la mitad de los nuevos medicamentos tendrán origen biotecnológico.

Además, según el informe Burrill 2008 (*The Billion-Plus Blockbusters: The Top 25 Biotech Drugs*, BioWorld®, 2009) de tendencias del sector, los años 2006 y 2007 el 75% de productos aprobados para nuevas indicaciones fueron de tipo biotecnológico. La biotecnología, pues, está ejerciendo un efecto significativo sobre la cadena del medica-

mento, tanto en ventas y en crecimiento anual como en la generación de nuevos productos y también como vector del descubrimiento de fármacos para el tratamiento de enfermedades que antes no tenían.

Sin embargo, cabe destacar que si se tienen en cuenta las cifras agregadas de la industria, en cuanto a empresas que cotizan en bolsa, el sector todavía no genera beneficios. La buena noticia es que pese a la crisis, se está muy cerca. Según datos de Ernst&Young de 2007, las pérdidas agregadas fueron de 3.100 millones de dólares, mientras que en 2008 esta cifra se redujo a 1.400 millones (*Beyond Borders*, Ernst & Young, 2009). Según la edición de 2009 del otro gran informe del sector, el Burrill (*Biotech 2009: Lifesciences, Navigating the Sea Change*, Burrill & Co., 2009) (que tiene en cuenta solo una selección de compañías cotizadas en Estados Unidos), el sector ha generado en 2008, y por primera vez, un beneficio cercano a los 3.500 millones de dólares. Y si en 2009 no se consigue alcanzar el equilibrio se deberá a una creciente tendencia a que las biotecnológicas que generan beneficios desaparezcan de las estadísticas, a causa de su adquisición por las farmacéuticas. El caso más claro es el de Genentech: cuando su adquisición por Roche haya finalizado dejará de incluirse en la estadística mundial de las biotecnológicas.

## Modelos de negocio

En una cadena de valor de ciclo tan largo y con tantas incertidumbres técnicas como la que rodea a la biotecnología roja,

Tabla 1. **Los productos biotecnológicos más vendidos**

Nombre comercial	Nombre técnico	Indicaciones	Compañía	Ventas totales 2008 (millones de dólares)
Enbrel	Etanercept	Artritis	Amgen-Takeda-Wyeth	6.378
Rituxan / Mabthera	Rituximab	Cánceres, linfocitos B, artritis reumatoide	Roche-Genentech	5.449
Avastin	Bevacizumab	Glaucoma y varios tipos de cáncer	Roche-Genentech	5.207
Herceptin	Trastuzumab	Cáncer de mama	Roche-Genentech	5.092
Neupogen / Neulasta	Filgrastim/ Pegfilgrastim	Neutropenia	Amgen	4.659
Humira	Adalimumab	Psoriasis, artritis, Crohn	Abbot Laboratories	4.521

Fuentes: MedTrack, 2009 y Beyond Borders, Ernst & Young, 2009.

Tabla 2. Algunos datos macroeconómicos de la biotecnología roja en 2008

Territorio	Número de empresas	Trabajadores	Facturación (millones de dólares)	Gasto en I+D (millones de dólares)	Financiación (bolsa o ampliaciones de capital) (millones de dólares)
EE.UU. + Canadá	2.112	141.930	68.168	25.973	13.476 (22.451 en 2007)
EE.UU.	1.836	47.720	16.515	5.171	2.595 (7.494 en 2007)
Asia – Pacífico	769	15.280	4.965	601	Sin datos
Total	4.717	200.760	89.648	31.745	<20.000
Total 2007	4.414	204.930	84.782	31.806	>30.000

■ Fuente: *Beyond Borders: Global biotechnology report*, Ernst & Young, 2009.

Tabla 3. Las 4 biotecnológicas con beneficios más importantes

Empresa	Facturación (2007)	Trabajadores	Fármacos en venta	Fármacos en desarrollo	Valor en bolsa (millones de dólares)
Amgen	14.700	17.450	19	77	52.500
Genentech	12.177	11.174	41	107	87.140
Genzyme	4.268	10.000	24	50	17.760
Biogen-Idec	3.922	4.300	9	47	11.880

■ Fuente: *Medtrack*, actualizados en octubre de 2008.

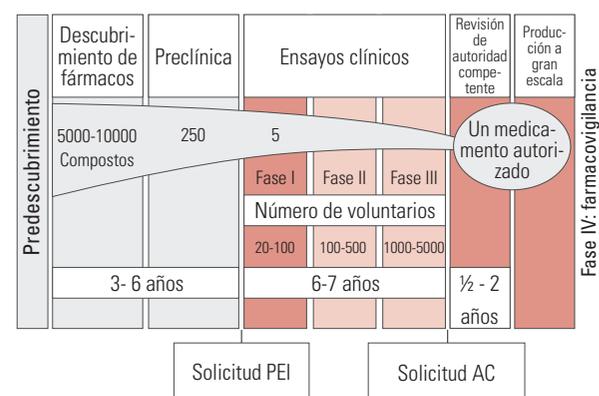
se pueden ocupar múltiples espacios (nichos) con una gran cantidad de modelos de negocio diferentes. Dejando aparte las empresas completamente integradas, que se pueden asimilar perfectamente en la industria farmacéutica (las grandes biotecnológicas como Genentech, Genzyme, Biogen-Idec, Amgen o CLS), y que abarcan toda la cadena de valor, la clasificación que mejor engloba el universo biotecnológico se basa en la oferta tecnológica de las empresas.

Los especialistas hablan de empresas enfocadas a producto, empresas plataforma y empresas de servicios, como las de investigación (CRO: *Contract Research Organization*) o de fabricación por contrato (CMO: *Contract Manufacturing Organization*).

### Empresas enfocadas a producto

La gran mayoría de estas empresas no tiene en realidad productos a la venta. Su propuesta de valor se basa en la

Figura 2. El proceso de la I+D: largo y complejo



PEI (Producto en fase de investigación clínica)  
AC (Autorización de Comercialización)

■ Fuente: *Profile*, Pharmaceutical Research and Manufacturers of America, 2009.

venta de una expectativa de éxito de una o varias moléculas en desarrollo. Normalmente son las originadoras de las moléculas que desarrollan y tratan de avanzar los desarrollos hasta que obtienen prueba de concepto clínica. Es decir, hasta que demuestran que las moléculas tienen algún indicio de eficiencia en pacientes. El cliente final de estas empresas no es el paciente ni el médico prescriptor, ya que son minoría las que pueden llegar a comercializar un fármaco propio por ellas mismas. El cliente final de estas empresas es el capital riesgo especializado, el mercado del capital, las grandes biotecnológicas y la industria farmacéutica, que basa entre el 30 y el 50% de sus carteras en la adquisición de productos desarrollados en sus fases iniciales por la industria biotecnológica. Durante la vida de las empresas orientadas a producto se observa una derivación hacia las fases avanzadas de desarrollo, más próximas al mercado, e incluso una apuesta por la comercialización propia en mercado nicho (un buen ejemplo de ello es Pharmamar, que comercializa Yondelis, un fármaco para el sarcoma de tejido blando, una indicación poco prevalente a la que puede dar servicio con un esfuerzo comercial limitado, y cuyos derechos se licenciaron para cáncer de ovario, un mercado mucho más grande, a Johnson & Johnson).

### Plataformas tecnológicas

Son empresas que se crean alrededor de una tecnología potencialmente disruptiva (es decir, que permiten hacer cosas que antes no se podían hacer o mejoran de forma significativa lo que se puede hacer), y que ofrecen su plataforma de manera transversal para moléculas de otras empresas (en Cataluña, Aromics, Arquebio, Leitat y Omnia Molecular, entre otras). Normalmente, requieren un tiempo de maduración para demostrar en el mercado que la tecnología funciona, y explotan su potencial con acuerdos limitados en los que hay una fase de *factibilidad* y una fase de ejecución posterior, asociada a una licencia. Estas empresas suelen evolucionar hacia empresas orientadas a producto (ya que a la larga apuestan por generar una cartera propia) o son absorbidas por la gran industria después de una primera fase exploratoria de validación de la utilidad de la tecnología.

Las empresas de liberación controlada de fármacos (*drug delivery*), cuando se basan en tecnología protegida por patente, suelen emplear este modelo de negocio en lugar

del modelo de servicios (en Cataluña, Activery Biotech, Cocali, Endor Nanotechnologies o GP Pharm del Grupo Lipotec, entre otras), aunque hay empresas de *drug delivery* puramente de servicios.

### Empresas de servicios

Se especializan en un nicho específico de toda la cadena de valor. Son empresas de investigación por contrato, o CRO (en Cataluña, Infociència, Intelligent Pharma, IUCT, Kymos Pharma Sciences, Recerca Clínica...) o empresas de fabricación por contrato, CMO (BCN Peptides, Bioglane, Biolngenium, Enantia...), especializadas en síntesis química o de productos biológicos; incluso hay empresas de desarrollo de negocio por contrato (CBDO: *Contract Business Development Organization*) (Trifermed), en las que además, grandes compañías internacionales afirman que pueden desarrollar un fármaco por contrato desde fases preclínicas hasta el final (Covance, Huntington o Quintiles), o que se posicionan claramente antes de la fase I (Aptuit). Realmente, el universo de las empresas de servicios relacionados con la biotecnología roja es muy amplio. Tanto, que ha favorecido la aparición del paradigma de empresa virtual (véase el apartado 1.6.). Empresas constituidas con muy pocas personas, pero con capital, pueden completar el desarrollo de un fármaco, desde el descubrimiento (licenciando los derechos de una universidad) hasta el escalado industrial (utilizando CMO especializadas en el desarrollo químico o biológico, necesario para pasar de la forma farmacéutica a escalas comerciales), el desarrollo clínico (trabajando con CRO preclínicas para las pruebas de seguridad y toxicología, y con CRO clínicas para completar su desarrollo) y la aprobación (utilizando CRO especializadas en la gestión regulatoria).

Cabe mencionar que el capital riesgo especializado no suele invertir en empresas de servicios, al considerar que su potencial de crecimiento es limitado, excepto en casos excepcionales (Sofinnova, uno de los operadores más importantes, invirtió en CEREP, proveedor de servicios de farmacología *in vitro* que cotiza en bolsa en Francia). En mercados inmaduros (el mercado catalán lo es desde el punto de vista de la inversión biotecnológica), la tendencia es justamente la contraria. Resulta más sencillo obtener financiación inicial o semilla con propuestas que combinan orientación a producto y servicios o plataformas, aunque no procedente de los grandes inversores de capital riesgo

especializado internacional, sino de fondos procedentes de la administración y de otras alternativas privadas. La crisis económica refuerza esta tendencia, ya que las propuestas de creación de valor a largo plazo tienen muy limitado el acceso a capital desde el inicio de 2008, y según afirma Steven Burrill en su último informe, esta situación no cambiará hasta finales de 2010.

## Los nuevos paradigmas

Un emprendedor que quiera convencer a un inversor para que apoye el desarrollo de una nueva tecnología ha de utilizar unos determinados conceptos pioneros y con perspectiva económica de mercado futuro que permitirán al financiero prever el modelo de negocio con el que se pretende realizar el desarrollo. Y todo ello a largo plazo, ya que los inversores especializados en biotecnología son de ciclo largo y hacen las inversiones en proyectos que tendrán sentido en un horizonte temporal de unos diez años. Para hacer una posible selección de estos conceptos pioneros hay que hablar de las tendencias de futuro en aplicaciones y modelos de negocio. En este informe se ha hecho una posible selección.

## Terapia dirigida

Cada vez entendemos más y mejor los mecanismos de las diferentes patologías, lo cual facilita el diseño de estrategias que puedan incidir solo en las células enfermas y no en las sanas. La oncología es un buen ejemplo de ello, con 70 productos en desarrollo que se podrían calificar claramente de terapias dirigidas. Se asume que esta estrategia llevará a tener fármacos más seguros, con menos efectos secundarios y posiblemente más eficaces.

## Medicina personalizada

Este es el santo grial de la biotecnología sanitaria de los próximos años. Steven Burrill, uno de los creadores de opinión más importantes de la industria, utiliza una imagen muy gráfica de la medicina personalizada del futuro: un individuo que entra en una gran superficie compra un kit de diagnóstico en el que deposita una gota de saliva, y con el resultado va al farmacéutico virtual, que según el resultado, le prescribe y entrega la medicación que necesita, no

solo para corregir algún síntoma, sino también para prevenir futuras enfermedades.

Más allá de proyecciones futuristas, la medicina personalizada es ya una realidad técnica y empresarial (véase el cuadro 5). Los perfiles génicos o proteicos ayudan a prever la respuesta de un paciente a un determinado tratamiento; algunos biomarcadores indican la necesidad de determinadas medicinas y en algunos casos ayudan a predecir las probabilidades de sufrir ciertas enfermedades. Cada vez se hace más necesario asociar el desarrollo de nuevos fármacos con ciertos biomarcadores o sistemas de diagnóstico que permitan predecir la eficacia o la toxicidad individual de un determinado medicamento (asociaciones que se conocen como *companion diagnostics* o biomarcadores de respuesta). En las enfermedades de mayor prevalencia, se llegará a segmentar a los pacientes en subpoblaciones, en función del riesgo a desarrollarlas y la capacidad de respuesta al tratamiento. Los médicos podrán decidir –ya se está haciendo en algunos casos– si hay que dar o no medicación y qué medicamento hay que administrar, en función del perfil génico o de la presencia de determinados biomarcadores en la sangre, en la saliva o en la orina.

Las empresas que se dedican a medicina personalizada atraen a los inversores, incluso en momentos de relativa inactividad financiera, como la crisis económica actual. Algunas previsiones indican que hacia 2016 el mercado de los biomarcadores de respuesta en Estados Unidos será de unos 150 millones de dólares, con unas 150 empresas desarrollando activamente diagnósticos que puedan segmentar a pacientes para recibir determinadas terapias (*Pitfalls Undermine Promise of Theranostics*, Genetic Engineering & Biotechnology News, 2008).

Según afirma Peter Winter (directivo de Burrill & Co) en el último informe de su consultora (*The Next Big Thing*, Winter, P., The Burrill Report, 2009), estas empresas son *the next big thing* (lo siguiente más grande). Tanto, que predice que transformarán de manera radical el futuro de la sanidad pública. Según Winter, en 2008 se invirtieron en todo el mundo 500 millones de dólares en empresas que están desarrollando nuevas pruebas diagnósticas para emplear en medicina personalizada, y menciona empresas emergentes como Crescendo Bioscience, Pathwork Diagnostics, Precision Therapeutics o Neuroptix. Aparte de estas compañías, Winter constata un interés creciente por las empresas que apuestan por la farmacogenómica

(la combinación de la farmacología con las pruebas genéticas), y menciona el ejemplo de los fármacos Herceptin y Vectibix (véase el cuadro 6).

En Cataluña hay una intensa actividad en esta área, con compañías como Oryzon (tanto la propia empresa como su consorcio Oncnosis con Ferrer Grupo) y Gendiag, además de otras que están naciendo como Transbiomed, que apuestan por descubrir y desarrollar nuevas pruebas diagnósticas que puedan formar parte de protocolos de medicina personalizada. Otras empresas estatales son Progenika y TCD Pharma, ejemplos emergentes en el País Vasco y Madrid, respectivamente. Y también es destacable una intensa actividad investigadora en las instituciones públicas de investigación, que se traduce en un aumento del número de patentes que reivindican las capacidades predictivas o pronosticadoras de marcadores celulares, génicos, sanguíneos, etc.

### Nichebusters y biosimilares

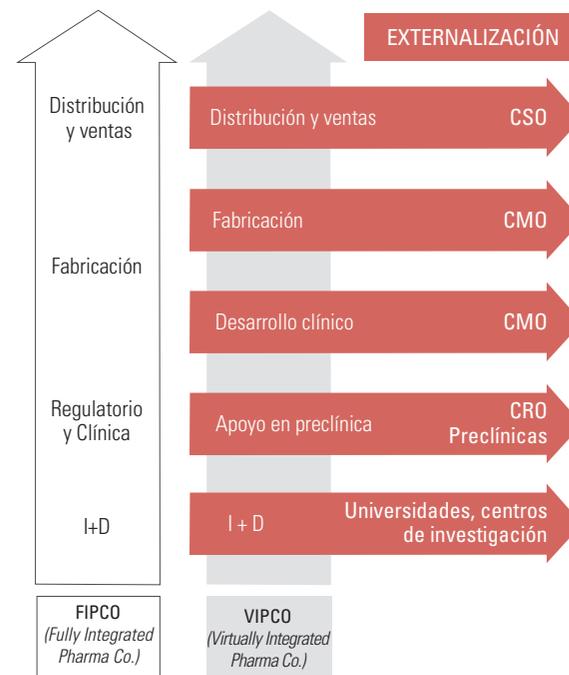
El avance del conocimiento de los biomarcadores de respuesta, la posibilidad de personalizar tratamientos y la finalización de la patente de los productos biotecnológicos de segunda generación impulsarán el crecimiento de dos tipos de productos; por otro lado, los productos nicho (fármacos asociados a marcadores de diagnóstico molecular para enfermedades con menor prevalencia que permitan segmentar subpoblaciones menores de pacientes) de alta eficacia y muy innovadores, y por la otra, productos biosimilares, también conocidos con el nombre incorrecto de genérico-biológicos, debido a que el proceso de síntesis biológica da lugar a moléculas complejas que en general son ligeramente diferentes a la original. Por eso las agencias reguladoras exigen estudios complementarios de seguridad y de eficacia en los biosimilares que no se requieren en los genéricos de síntesis química. Pero sin duda, hay un mercado potencial importante para estos productos después de que salen de patente (se acaba el período de validez de su patente) de bastantes originales biológicos en los próximos años. Según la publicación *Biotech set to dominate drug industry growth* (EP Vantage, 2009), en 2014 habrá al menos diez productos biotecnológicos con ventas superiores a los 5.000 millones de dólares, y a partir de 2020 estos productos quedarán fuera de patente.

### La empresa virtual

Cuando se analizan los datos históricos de la inversión en biotecnología, en relación con los retornos totales obtenidos, está claro que el principal motor de la industria no es, de momento, el producto final comercializado.

Con una cadena de valor tan fragmentada como la del medicamento, con riesgos técnicos y comerciales, y ciclos de desarrollo tan elevados, el motor tradicional de la industria ha sido hasta ahora una creciente expectativa de creación de valor. Cuanto más próximo se encuentra un desarrollo de las fases clínicas, y cuanto más avanza está y más cerca del mercado, más valor acumula. Los inversores aportaban su capital pensando no solo en

Figura 3. Modelos de negocio



Fuente: *Biotech 2009: Life Sciences, Navigating the Sea Change*, Burrill & Company, 2009

recoger dividendos de ventas futuras de productos finales, sino en multiplicarlos gracias a una venta total o parcial de la compañía, a una salida a bolsa o a un acuerdo de licencia con una gran farmacéutica. En este contexto, la tendencia del sector ha sido siempre hacia la especialización en la ciencia originadora del valor de la compañía, y el resto de las capacidades necesarias se adquirirían mediante la externalización. Llevado al extremo, este modelo acaba generando empresas virtuales, en las que unas pocas personas con recursos y visión transversal de la industria son capaces de gestionar todos los elementos de la cadena de valor, desde la fase de descubrimiento (licenciando tecnologías del mundo académico) hasta la comercialización (mediante acuerdos de comercialización con empresas farmacéuticas o contratando fuerzas de ventas *ad hoc*).

La crisis económica de 2008, en la que la supervivencia de las empresas del sector pasa por conservar tesorería hasta que los ánimos inversores se restablezcan, ha acentuado la tendencia descrita, ya que las empresas emergentes tienden a minimizar los gastos fijos y a potenciar los variables. Desde el punto de vista de costes, la manera más efectiva de acceder a las mejores capacidades posibles es la externalización.

Sencillamente, la integración es cada vez más complicada e ineficiente. El modelo tradicional de compañía completamente integrada (las llamadas FIPCO, de *Fully Integrated Pharmaceutical Company*), en el que se cubre todo el ciclo de creación de valor, desde el descubrimiento hasta el desarrollo y la comercialización, ha evolucionado hacia un modelo de red. Las empresas establecen colaboraciones de mayor o menor intensidad (desde la simple prestación de servicios a esquemas paritarios de codesarrollo), buscando capacidades complementarias en función de las necesidades del proyecto y la etapa de desarrollo en que se encuentre. Y este modelo favorece a las empresas que operan con sujeción a un contrato (CRO, CMO y CBDO mencionadas anteriormente).

El sector biotecnológico ha llevado este modelo al extremo, de manera que en este momento un número muy reducido de empresas crece hacia la integración: o se desplazan hacia la derecha en la cadena de valor (al mercado) o actúan como aceleradoras de proyectos hasta la demostración de prueba de concepto (*proof of concept*) y después pasan el testigo a una compañía más grande.

## La biotecnología como herramienta aplicable

### Convergencia *biotec-farma*

Ernst & Young fue la primera en introducir, en su informe del año 2000, el concepto de convergencia entre las industrias biotecnológica y farmacéutica (*Convergence: The Biotechnology Industry Report*, Ernst&Young 2000). La industria farmacéutica ve en la biotecnología la oportunidad de alimentar sus –más que limitadas– carteras. Por otro lado, la crisis que empezó en 2007 ha tenido un efecto notable en el sector biotecnológico, acostumbrado a un modelo de crecimiento basado en una expectativa de valor futuro. Los mercados han castigado duramente esta fórmula y han reducido prácticamente a la mitad el valor de la gran mayoría de las empresas de media y pequeña capitalización. Esto hace que muchas empresas biotecnológicas con *pipelines* (cartera de productos en fase de desarrollo) atractivos hayan reducido considerablemente su valor respecto al que podían tener dos años antes, y que el interés de las farmacéuticas en adquirir estas compañías, particularmente las que tienen productos en fases de desarrollo avanzado, sea muy grande.

Entre los síntomas claros de la convergencia entre las industrias farmacéutica y biotecnológica está la adquisición de Organon Biosciences por parte de Schering-Plough (por 14.400 millones de dólares); la de Medimmune por Astra-Zeneca (15.600 millones de dólares), la fusión entre Merck y Serono (14.000 millones de dólares) -tres operaciones de 2007-, la adquisición de la biotecnológica Millenium por parte de la multinacional farmacéutica japonesa Takeda, por 9.000 millones de dólares, la de ImClone por parte de Eli Lilly (6.500 millones de dólares), todas ellas en 2008, o bien la ya comentada adquisición completa de Genentech por parte de Roche por 50.000 millones de dólares en 2009.

El interés de las grandes multinacionales farmacéuticas en productos biotecnológicos se manifiesta también en acuerdos multimillonarios para la adquisición de licencias, como los establecidos en 2006 entre GSK y la pequeña biotecnológica danesa Genmab, por un anticuerpo monoclonal para leucemias y linfomas, o entre BMS e Imclone por otro anticuerpo para el tratamiento del cáncer, ambos acuerdos por valores superiores a 2.000 millones de dólares.

De entre las operaciones destacadas de 2008 que ilustran el creciente interés de la industria farmacéutica

por los productos creados por empresas biotecnológicas, hay que destacar la adquisición de una cartera de 12 productos de Amgen por parte de Takeda, operación que comportó un adelanto de 300 millones de dólares, y hasta 1.200 millones adicionales. También de Takeda es relevante la adquisición de una cartera de productos de Alnylam en fase de descubrimiento basados en RNAi, por un total de hasta 1.000 millones, con un pago por adelantado de 100 millones, o la adquisición por parte de Cephalon de los derechos de un producto de Immupharma para el lupus –aún en fase II–, por un total de 500 millones de euros (y 15 millones de euros por adelantado), o incluso dos interesantes operaciones de Genzyme (un ejemplo inverso de integración entre biotecnológica y farmacéutica, ya que su comportamiento es actualmente el de una gran farma): la adquisición de dos productos basados en células madre de la empresa Osyris Therapeutics, en fase III, por cerca de 1.200 millones de dólares con un pago anticipado de 75 millones, y la adquisición de los derechos de desarrollo y comercialización fuera de Estados Unidos de Mopeserten, de ISIS (un medicamento inyectable en fase III, basado en el RNA antisentido para la reducción de los niveles de colesterol en pacientes afectados de hipercolesterolemia familiar), por el que pagaron hasta 1.750 millones de dólares con unos pagos anticipados superiores a 300 millones, que también incluían inversión en la propia compañía.

Por un lado, durante los últimos tres años se ha visto una clara tendencia en la farmacéutica a explotar la creatividad del sector biotecnológico. La creación de un bioincubador de Pfizer en San Diego, que dedica 10 millones de dólares anuales para la maduración de ocho a diez *start-up* manteniendo derechos de primera opción sobre los proyectos que desarrollen; el anuncio de Lilly de destinar 560 millones de dólares a adquisiciones de biotecnológicas, o la creación por parte de Merck-Serono de un fondo de capital riesgo de 40 millones de dólares para invertir en nuevas empresas biotecnológicas son síntomas claros de que la industria farmacéutica reconoce al sector biotecnológico una capacidad de innovación y adaptación a nuevas necesidades que ella misma no es capaz de generar.

En esta tendencia juegan tanto la capacidad tecnológica como aspectos organizativos que hacen que las empresas con cultura biotecnológica sean más provechosas a la hora de generar productos innovadores. En este sentido, y en combinación con la crisis económica, resulta claro que el

modelo de la industria se basa cada vez más en empresas pequeñas e innovadoras que pasan el testigo de sus desarrollos a empresas de gran capacidad de inversión, desarrollo y comercialización. Es la industria biotecnológica la que descubre y valida, mientras que la farmacéutica desarrolla, posiciona, crea mercado y comercializa.

## Aplicaciones diagnósticas

Son biotecnológicos desde los tests de embarazo a los kits para diagnosticar infección por sida (HIV) o los sofisticados chips de DNA que permiten leer algunos genes importantes para definir si una persona estará afectada por una determinada alteración, o si tiene riesgos importantes de desarrollar enfermedades cardiovasculares. También se basan en biotecnología algunos agentes fundamentales para el diagnóstico por la imagen (biomarcadores de imagen).

El mercado del diagnóstico *in vitro* es de unos 50.000 millones de dólares, casi una quincena parte del farmacéutico. Pero los gastos de desarrollo y las dificultades técnicas son menores, y los márgenes, superiores. Es un mercado con un índice de crecimiento de dos cifras que se prevé que llegue a los 100.000 millones de dólares en 2016.

La personalización de la medicina hará que las aplicaciones diagnósticas tengan cada vez más dimensión económica, y algunos expertos, como Steven Burrill, aventuran que en el futuro el valor añadido estará más en el diagnóstico que en el fármaco, ya que este último será subsidiario y consecuencia del primero (véase el cuadro 6).

De hecho, para la industria biotecnológica la estrategia casi obligada para la obtención de nuevas terapias consiste en analizar la posibilidad de acompañar el desarrollo del fármaco de algún sistema diagnóstico que permita anticipar respuestas y segmentar pacientes, tanto durante el desarrollo como durante la fase de comercialización. La FDA recomienda el desarrollo paralelo de biomarcadores de respuesta y de criterios de segmentación de pacientes, en función de la presencia o la ausencia de determinadas mutaciones, o de la sobreexpresión de receptores clave. En los casos de Erbitux y de Vectribix (véase el cuadro 5) ha restringido la indicación principal para los pacientes que no expresasen una mutación clave en el gen k-ras, lo cual sienta un precedente interesante al basar su decisión en un análisis retrospectivo de los datos clínicos. Dentro del

#### Cuadro 6. Marcadores y terapias asociadas

La asociación de un tratamiento y un diagnóstico personalizado empieza a ser una realidad clínica, regulatoria y comercial. La tendencia la inició Roche con la asociación de una prueba para detectar un receptor y el tratamiento con un anticuerpo específico para este receptor, aplicado al cáncer de mama (HER-2 y trastuzumab, con el nombre comercial de Herceptin). Asimismo, el diagnóstico del oncogen k-ras es un criterio clínico para la administración del fármaco Erbitux de Merck-Serono (y desarrollado por la biotecnológica ImClone) en cáncer colorectal. Igualmente, Amgen obtuvo la aprobación acelerada de su anticuerpo monoclonal Vectibix (panitumumab) para tratar el cáncer de colon metastásico, gracias a la segmentación de los pacientes que respondieron según la expresión del receptor para el factor de crecimiento epidérmico (EGFR). Y en julio de 2009, AstraZeneca anunció un acuerdo con la empresa de Manchester DxS para comercializar un kit de diagnóstico (TheraScreen EGFR 29) que permite segmentar a los pacientes de cáncer de pulmón microcítico candidatos a recibir su fármaco Iressa (gefitinib).

diagnóstico *in vitro*, el área de más actividad en la industria biotecnológica es la del diagnóstico molecular. Incluye todas aquellas tecnologías que se basan en la detección de variantes de los genes o de sus patrones de expresión, y que puedan servir para diagnosticar o predecir el riesgo de sufrir una enfermedad, una posible evolución y su respuesta a tratamientos, tanto en los aspectos de eficacia como de aparición de posibles efectos secundarios. El principal obstáculo para la aplicación de estas tecnologías en la práctica clínica habitual es el elevado coste y la complejidad tecnológica. Pero la tendencia histórica va hacia la reducción de los precios y la simplificación técnica, y es inevitable que se acaben incorporando a la práctica habitual. Es interesante constatar que la secuenciación del primer genoma humano individual costó cerca de 500 millones de euros en 2003, mientras que cinco años después, la secuenciación del genoma completo del Dr. James Watson (codescubridor del DNA) costó 750.000. Actualmente la compañía Knome ofrece servicios de secuenciación individualizada por 350.000 dólares, y en agosto de 2009 la compañía Helicos BioSciences anunció que había secuenciado el genoma de su fundador (el tercer genoma

con nombres y apellidos, después de los de Craig Venter y James Watson), lo cual reducía el coste a menos de 36.000 euros y cuatro semanas de trabajo de tres personas (con un error cada 20.000 bases secuenciadas). Siguiendo esta tendencia, hay quien predice que, en dos o tres años, los precios bajarán de los 1.000 dólares por genoma, con un margen de error de una cada 100.000 bases, lo cual permitiría el uso rutinario de esta técnica en la práctica clínica. Ha sido significativo en este proceso el esfuerzo inversor privado para financiar empresas de secuenciación rápida y masiva de genomas. Por ejemplo, los 85 millones de dólares para Pacific Biosciences o los 45 para Complete Genomics invertidos en agosto de 2009 (esta última empresa pretende secuenciar 10.000 genomas humanos en 2010, por un precio inferior a los 5.000 dólares).

Todos estos avances tecnológicos deben ir necesariamente ligados a la validación clínica y a la evaluación de las asociaciones relevantes, y a su evaluación desde el punto de vista ético y farmacoeconómico. Es poco útil (y éticamente complejo) ofrecer una prueba diagnóstica si el resultado no permite al médico tomar una decisión clínica al respecto. No obstante, una de las empresas pioneras en el estudio de asociaciones de perfiles genéticos y predisposición a enfermedades, deCODE genetics, ofrece al público en su página web la posibilidad de hacer un cribado completo del genoma (diferente a una secuenciación completa, ya que se basa en la detección de un millón de variantes genéticas) por menos de 1.000 dólares (de hecho, ofrece una oferta de lanzamiento de 195 dólares). El producto, deCODEme, se ofrece para informar al usuario (no solo a pacientes) del riesgo genético de contraer hasta 42 enfermedades diferentes. Es una tendencia que irá a más, ya que la tecnología es cada vez menos limitadora y la información, más abierta.

En el ámbito diagnóstico en Cataluña hay una actividad intensa para desarrollar nuevos productos basados en el diagnóstico molecular y una gran tradición empresarial (con Bio-kit como representante más significativo de la innovación en el mercado del diagnóstico, con un destacable componente biotecnológico). La compañía Gendiag lanzó en el verano de 2009 su primer producto, el primer chip de DNA (CardioIn-code) para la detección del riesgo cardiovascular. Pero antes de 2005, Lácer ya había desarrollado el Lipoxip, un chip que mide más de 200 variantes de DNA para el diagnóstico de la hipercolesterolemia familiar (y que actualmente comercializa la empresa vasca Progenika). Hay que destacar también

la actividad de Oryzon en el descubrimiento y la validación de nuevos marcadores pronósticos y predictivos de enfermedades neurológicas y oncológicas.

### Alimentos funcionales y nutracéuticos

La aplicación de la biotecnología en la alimentación ya tiene un impacto económico significativo. El mercado de los *yogures que mejoran las defensas* y *las leches que mejoran la salud cardiovascular*, por poner dos ejemplos conocidos de alimentos funcionales (que reivindican indirectamente efectos beneficiosos para la salud), pronto superará los 100.000 millones de dólares, mientras que los productos nutracéuticos (principios activos que no tienen categoría de fármacos pero que se comercializan con propiedades curativas) superan ya los 200.000 millones de dólares. Se trata de mercados en crecimiento de dos dígitos y de gran demanda social, todavía poco regulados, aunque esta tendencia está cambiando con la obligatoriedad de llevar a cabo ensayos de fase I clínica (seguridad) en los alimentos funcionales.

### Las herramientas: cinco tecnologías de futuro

Hay consenso general en que los avances biotecnológicos cambiarán en un futuro próximo la práctica de la medicina y la cadena de valor del desarrollo de los medicamentos. Las herramientas que lo permitirán son numerosas y sin duda en los próximos años surgirán más.

En este primer informe se ha querido recoger las actuales opiniones y reflexiones de expertos como Daniel Levine (editor de *The Journal of Life Sciences* y columnista sobre biotecnología en varias publicaciones económicas) y Steven Burrill, mencionado anteriormente. Pero independientemente de la fuente, todos coinciden en prever una convergencia entre diferentes disciplinas. Como ejemplo relevante mencionamos las sinergias entre la creciente capacidad de procesamiento de los sistemas informáticos, los avances en diagnóstico molecular gracias a las nuevas herramientas de ultrasecuenciación de DNA y la enorme capacidad de miniaturización que aporta la nanotecnología. En consecuencia, hay un consenso generalizado de que la medicina del futuro adaptará los tratamientos a los pacientes y tenderá a prevenir y curar las enfermedades en lugar de tan solo suavizar los síntomas.

### La contribución de la ultrasecuenciación al diagnóstico molecular

La secuenciación de genomas individuales completos ya no presenta problemas técnicos, sino económicos. La barrera de los 1.000 dólares por genoma, que permitiría establecer un perfil genético para cada individuo, ya se ha alcanzado indirectamente gracias al avance en el conocimiento de mutaciones significativas en un gran número de genes, lo cual permite hacer un cribado más o menos exhaustivo de mutaciones relevantes en todo el genoma.

En agosto de 2009 se anunció la secuenciación completa del genoma de un individuo por 36.000 euros y cuatro semanas de trabajo, y se predijo que en dos años será posible alcanzar la frontera mágica de los 1.000 dólares por genoma. El paso siguiente es integrar el análisis genético con tratamientos farmacológicos y exhaustivos estudios de asociación poblacional.

En sentido amplio, el estudio farmacogenético (que asocia la respuesta a un tratamiento con la manera cómo la célula o tejido expresa determinados genes) y farmacogenómico (que asocia la respuesta individual a fármacos con la secuencia genómica de un individuo o de una célula tumoral) permitirá definir, para un gran número de enfermedades, el tratamiento más adecuado para un determinado paciente. Y no solo porque un perfil genético determinado predisponga a una enfermedad o sea indicador de un mal pronóstico, sino también porque la manera en que el cuerpo procesa los fármacos depende en gran medida del perfil genético de cada individuo.

Así, con un diagnóstico molecular basado en el estudio de la expresión o de secuencia de unos genes determinados podemos pronosticar el riesgo de aparición de ciertas enfermedades, diagnosticarlas o determinar su evolución, predecir la respuesta a un determinado fármaco y facilitar el desarrollo de nuevas moléculas dirigidas a determinados perfiles genéticos. Todo ello, la adopción definitiva de la medicina personalizada dependerá del balance entre el coste del diagnóstico y la mejora que represente en cuanto a eficiencia en el uso de recursos terapéuticos (farmacoeconomía). Sin embargo, teniendo en cuenta la tendencia exponencial a la reducción de gastos y el flujo continuo de resultados que asocian la respuesta a fármacos y predisposición a enfermedades según perfiles genéticos, es fácil predecir que el diagnóstico molecular basado en la

secuenciación del DNA y asociado a una decisión médica será mucho más pronto una realidad clínica y comercial.

## Células madre

Son la base de la medicina regenerativa, que permite curar enfermedades restituyendo al cuerpo la función perdida. Las hay de origen embrionario y adultas. Las embrionarias tienen actualmente más capacidad de diferenciación (pluripotentes), mientras que las originadas a partir de tejidos adultos tienen una capacidad de diferenciación más limitada (multipotentes). Por ejemplo, pueden ser células madre de tejido neuronal, muscular, cartilaginoso, tumoral... Las células madre derivadas de médula ósea son las más empleadas para protocolos clínicos (en algunos casos en fase III) y no clínicos (en implantología o en fracturas óseas). El tejido adiposo es también fuente abundante de células madre adultas. Sus aplicaciones terapéuticas ya están suficientemente avanzadas para que se empiece a detectar una actividad comercial significativa en etapas de adquisición de licencias y valoración de compañías. Destacamos en 2008 la financiación internacional de 25 millones de euros que ha recibido Cellerix, empresa del grupo Genetrix, por un fármaco (Ontaril) en fase III, indicado para fístulas producidas por la enfermedad de Crohn, o el acuerdo de Genzyme con Osiris Therapeutics, que le da acceso a dos fármacos en fase III y por el que Genzyme pagará hasta 1.250 millones de dólares (en función de diferentes objetivos de desarrollo). Y, aún más reciente, la adquisición por Novartis de los derechos sobre la tecnología de células madre autólogas (del paciente) propiedad de la compañía Opexa (Universidad de Chicago) por 3 millones de dólares y compromiso de pago de hasta 50 millones de dólares en objetivos (sin contar las regalías por cada producto y los derechos de fabricación, que retiene Opexa).

En este sentido, es muy significativo el dato de los NIH (Institutos Nacionales de la Salud americanos), que cifraban a finales de 2008 unos 2.157 ensayos clínicos de terapia celular, comparados con los 3.647 en marcha para diabetes, 1.507 para artritis, 1.611 para asma y 10.011 para enfermedades cardiovasculares, las más prevalentes.

No obstante, a pesar de las dudas y las incertidumbres de tipo comercial alrededor de esta tecnología, hay una intensa actividad investigadora. De momento, la tecnología y los conocimientos solo permiten aplicaciones autólogas,

utilizando células propias como si se tratase de un auto-transplante. Pero parece que llegaremos a ser capaces de utilizar células madre para aplicaciones heterólogas, de manera equivalente a la que actualmente (y desde hace ya 40 años) se utiliza en el transplante de médula o de células de cordón umbilical. Por eso tiene un gran interés el desarrollo de células pluripotentes inducidas, descritas por primera vez en humanos en 2007, y que abre la puerta a derivar líneas celulares estables y aplicables como terapia a personas diferentes del donante, sin las complicaciones éticas de utilizar células derivadas de embriones.

El año 2009 también marca un hito en cuanto a posibles usos terapéuticos de células madre de origen embrionario con la aprobación por parte de la FDA (Food and Drug Administration de Estados Unidos de América) del primer ensayo clínico basado en estas células, de la empresa norteamericana Geron Pharmaceuticals. El nuevo fármaco está destinado a reparar lesiones de médula espinal por inyección directa de células de origen embrionario, cultivadas y parcialmente diferenciadas en oligodendrocitos. Geron afirma que dispone de reservas de células suficientes para satisfacer la demanda terapéutica de los próximos 20 años. Pero, pese a la aprobación inicial, en agosto de 2009 la propia FDA retrasó el comienzo del ensayo después de analizar los datos de escalada de dosis, lo cual demuestra –una vez más– el difícil camino de los tratamientos basados en tecnologías disruptivas.

Finalmente, en el campo de las células madre también tiene mucho interés comercial y terapéutico la posibilidad de hacer bancos de células madre individuales (estos son ya una realidad para células derivadas de cordón umbilical y de tejido adiposo), reserva con gran potencial terapéutico que garantiza la posibilidad de satisfacer necesidades futuras del donante y de sus familiares. Pese a que la legislación relacionada todavía se encuentra en fase de adaptación a la realidad técnica, las discrepancias existentes entre los entornos legales de los diferentes países hacen que se pueda ofrecer comercialmente la posibilidad de almacenar células madre en un país y mantener el banco en otro.

## Terapia basada en ácidos nucleicos: más allá de la terapia génica

Tradicionalmente, los fármacos interaccionan con las proteínas causantes de la enfermedad y de sus síntomas (en

el lenguaje de la industria, las dianas terapéuticas). Pero los avances en nuestra comprensión de la estructura y la dinámica del genoma han llevado a la aparición de varias estrategias basadas en el uso del material genético como herramienta terapéutica. La introducción directa del DNA codificante para una determinada proteína fue el primer intento, aunque fue relativamente fallido desde el punto de vista de impacto comercial. Pero actualmente se puede decir que las expectativas están al lado del RNA. Ya se han aprobado productos basados en RNA antisentido para administración local y productos basados en RNA de interferencia en fases II y III, para administración local, y I y II para administración sistémica. Pero lo más relevante desde el punto de vista del interés económico es la intensa actividad de licencias, inversiones, fusiones y adquisiciones que se produce en este campo. Ejemplo de ello es la adquisición de siRNA por parte de Merck por más de 1000 millones de dólares en 2007.

A la lista de ácidos nucleicos terapéuticos (DNA, RNA de interferencia, DNA y RNA antisentido) hay que añadir un nuevo elemento: el microRNA. La presencia o ausencia de estos pequeños segmentos de RNA puede estar relacionada con el cáncer, las infecciones víricas, las alteraciones metabólicas o las enfermedades infamatorias, y hay actividad empresarial relevante para el desarrollo de biomarcadores basados en estas moléculas. Su potencial es elevado porque podrían ser elementos de regulación tanto de genes individuales como también de redes génicas importantes en el cáncer o en la infamación, además de su potencial terapéutico y diagnóstico.

### Nanobiotecnología y nanomedicina

Los avances espectaculares de los últimos años en nanotecnología, el desarrollo de nuevos materiales y, en particular, su aplicación en la administración y la funcionalización (introducción de un grupo funcional) de fármacos han permitido la convergencia con la biotecnología, especialmente en los campos del diagnóstico y la administración controlada de fármacos. Según la Plataforma Europea de Nanomedicina, la reducción a escala nanométrica explota propiedades físicas, químicas y biológicas, nuevas o mejoradas, de los materiales. Farmacológicamente la reducción de escala es hasta 1  $\mu\text{m}$ , aunque si se considera la definición regulatoria de un material nanotecnológico, su diámetro debe ser inferior a los 100 nm (0,1  $\mu\text{m}$ ).

Se espera que la combinación de nanotecnología y productos biológicos genere nuevos productos innovadores, especialmente en tres áreas de consenso: la medicina regenerativa, la liberación controlada de fármacos y el diagnóstico. De hecho, la nanotecnología permite acercarnos a las balas mágicas (*magic bullets*) de Ehrlich (*The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1908*, The Nobel Foundation) tanto de manera pasiva (por debajo de 200 nm la retención de las nanopartículas en tejidos tumorales en crecimiento muy vascularizados es inespecífica, a causa de un efecto llamado EPR o *enhanced permeation and retention*), como activa, gracias a la posibilidad de añadir elementos de reconocimiento.

La diversidad tecnológica es amplia: hablamos de nanopartículas poliméricas sólido-lipídicas, micelas, dendrímeros, liposomas, nanopartículas de oro o nanopartículas magnéticas. Todas ellas permiten su "funcionalización"; por ejemplo, añadiendo un anticuerpo que reconozca un receptor particular en una célula cancerosa. Los dendrímeros, por ejemplo, son estructuras ramificadas capaces de ser portadoras de múltiples brazos funcionales que aumentan considerablemente su capacidad de reconocimiento y de acción terapéutica. En algunos casos, pueden actuar como agentes de contraste (por ejemplo, las nanopartículas magnéticas) y se pueden utilizar para aplicaciones diagnósticas y terapéuticas al tiempo. Además, el desarrollo de nuevos materiales podría permitir el desarrollo de biosensores que puedan detectar cambios dentro de la célula, o de tejidos específicos.

En cualquier caso, la barrera de los 100 nm es compleja: es una escala en la que la interacción con las estructuras celulares es muy favorable (la escala en la que "hablan" los receptores celulares y muchas de las macromoléculas; la que utilizan los virus y los anticuerpos...), y por eso también es una escala en la que se pueden dar toxicidades insospechadas. De hecho, hay guías regulatorias específicas, diseñadas para demostrar la seguridad de productos inferiores a 100 nm, que son particularmente relevantes a la hora de diseñar nanomedicinas basadas en nuevos materiales. En el ámbito institucional de la Comisión Europea se están haciendo esfuerzos significativos para definir cuáles son los márgenes de seguridad de los productos que combinan nanotecnología y biotecnología (por ejemplo, el programa Nanotest del 7º Programa Marco).

## Biología sintética

Buena prueba de que la biología sintética, centrada en la manera cómo construir sistemas biológicos artificiales con funciones nuevas que no existen en la naturaleza, es ya una realidad comercial es la inversión de más de 300 millones de dólares de Exxon Mobile (la petrolera más importante de Estados Unidos) en la compañía Synthetics Genomics para investigar el uso de algas como fuente de biocombustible. La investigación en biología sintética es muy activa y representa la ingeniería genética llevada al extremo, con un concepto totalmente dirigido más propio de la ingeniería que de la biología. Es de esperar que muy pronto se empiece a generar un intenso debate ético sobre las consecuencias y los límites de la capacidad de manipulación que la biología sintética aporta, pero es evidente que las aplicaciones

posibles son numerosas. Según el informe de vigilancia tecnológica de la Fundación Genoma España elaborado en 2006 (*Biología Sintética*), si bien a corto y medio plazo las aplicaciones serán industriales (medio ambiente, procesos industriales y nuevos materiales), se prevé que a 5 o 10 años vista las aportaciones más significativas serán en el campo de las bioenergías, y que de aquí a 10 años se empezarán a obtener de ellas las primeras aplicaciones en biomedicina.

De momento, el uso más inmediato se hace en el ámbito industrial, en biorremediación, biocombustibles y biodegradación, pero también hay proyectos de tipo terapéutico (diseñar y crear a medida bacterias capaces de producir ellas mismas los fármacos y liberarlos en el organismo).



## 1.5. La biotecnología verde o alimentaria: más allá de los transgénicos

Hay 23 países en el mundo en los que la agricultura biotecnológica es predominante. Los principales son Estados Unidos, Canadá, México, Brasil, Argentina, Australia, China, India y Sudáfrica, con un total de 120 millones de hectáreas cultivadas (la soja ocupa el 50%), superficie equivalente a la suma del Estado español y Francia.

Y el espacio cultivado crece a un ritmo del 12% anual en estos países, que han integrado los cultivos de plantas transgénicas en sus economías. Cultivos de impacto global como la soja, el algodón y el maíz van camino de ser predominantemente transgénicos, impulsados por un margen de beneficio claramente superior para los agricultores locales. Europa se encuentra a la cola del mundo

en cuanto a impacto económico de las plantas transgénicas en la agricultura. Fundamentalmente se cultiva una sola variedad de maíz y el número de hectáreas cultivadas es de unas 100.000 en toda la Unión Europea. Pero las aplicaciones de la biotecnología verde no se limitan a los cultivos transgénicos para la alimentación. La posibilidad de controlar las plagas mediante la biotecnología es ya una realidad industrial (biocontrol), así como la posibilidad de favorecer la reproducción sistemática de especies vegetales (biofertilización). El mercado global de semillas transgénicas se sitúa alrededor de los 8.000 millones de dólares, según datos extraídos del informe Burrill de 2009 (*Biotech 2009: Life Sciences: Navigating the Sea Change*).

Tabla 4. Principales cultivos transgénicos aprobados para la comercialización en el mundo en 2008

Territorio	Cultivos	Aplicación autorizada
Argentina	Maíz resistente a herbicidas y a ataques de insectos	Plantación, alimentación animal y humana
Australia	Maíz de mejor calidad, arroz resistente a herbicidas, soja resistente a herbicidas	Alimentación animal y humana
Brasil	Tres variedades de maíz resistentes a diferentes herbicidas	Plantación
Burkina Faso	Algodón	Plantación
Canadá	Maíz resistente a herbicidas y de mejor calidad	Plantación, alimentación animal y humana
Unión Europea*	2 variedades de soja resistentes a diferentes herbicidas	Alimentación animal y humana
Japón	3 variedades de maíz resistentes a insectos y herbicidas	Plantación, alimentación animal y humana
EE.UU.	Maíz y soja resistentes a herbicidas	Plantación, alimentación animal y humana

■ Fuente: *Biotech 2009: Life Sciences Navigating the Sea Change*, Burrill & Co, 2009.

\* La regulación distingue entre autorizaciones para plantar, para procesar y para utilizar la materia prima para alimentación humana o animal.

## 1.6. Biotecnología blanca o industrial: hacia las bioenergías

La posibilidad de producir combustibles como el etanol o el diésel con biotecnología ya tiene un impacto económico claro: un aumento espectacular de los precios de la soja y del maíz. En Estados Unidos, un 35% del maíz que se cultivó en 2007 se destinó a plantas de producción de bioetanol.

La controversia creada por el posible efecto de la producción de biocombustibles sobre la industria alimentaria está conduciendo a la búsqueda de alternativas. Por ejemplo, la compañía californiana Ceres comercializa desde 2008 plantas sin valor alimentario pero con una composición que las hace especialmente atractivas para la industria de las bioenergías. La biotecnología permite también reciclar la glicerina derivada del refinamiento del petróleo para la producción de biodiésel, con lo cual se abre la posibilidad de una producción relativamente limpia de combustibles de origen orgánico.

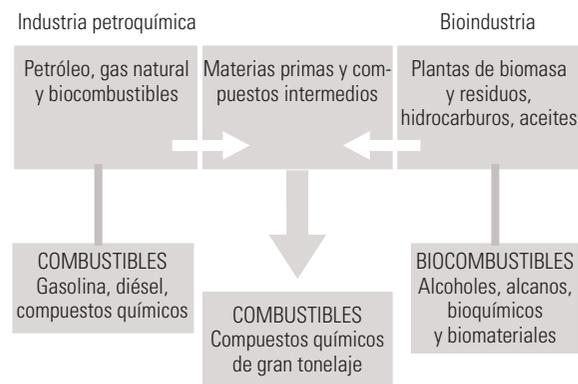
Aun así, la biotecnología aplicada a la obtención de energía tiene un componente tradicional. De hecho, casi se podría decir que fue Ford, a principios de siglo, quien decidió que la automoción se basaría en el petróleo y no en el etanol. Pero ya en aquellos tiempos había tecnología para obtener etanol a partir de plantas. Brasil ha sido líder mundial en la producción de bioetanol a partir de la caña de azúcar desde los años 70. Y actualmente todos los combustibles del país llevan un mínimo del 25% de etanol de origen biotecnológico. En la actualidad, es el principal productor mundial de caña de azúcar, con 500 millones de toneladas, y en 2008 exportó 1,2 millones de toneladas de etanol a Estados Unidos. Hasta 2006 fue el primer productor mundial de etanol, pero en aquel año fue superado por Estados Unidos, con 24.000 millones de litros en comparación con los 20.000 millones de Brasil. Algunos países, como Zimbabue, utilizan todos sus combustibles a base de etanol. Aun así, la controversia sobre el impacto ambiental (principalmente a causa de la deforestación) y alimentario (encarecimiento de precios de los cereales y sustitución de las áreas de cultivo) hace que la biotecnología moderna tenga un papel claro en la búsqueda de alternativas o mejoras. Dos ejemplos de este mismo año 2009: la compañía BASF anunció un acuerdo con la brasileña CTC (una compañía especializada en caña de azúcar) para lanzar al mercado una variedad transgénica de este vegetal con un 25% más de productividad y resistencia a la sequía (un claro

esfuerzo para reducir el impacto territorial de su cultivo), mientras que, como veíamos antes, Exxon Mobile, la principal petrolera del mundo, anunciaba en julio de 2009 una inversión total de 600 millones de dólares para desarrollar tecnología de obtención de biocombustibles a partir de algas (300 millones de los cuales se asignan a la compañía Synthetic Genomics de Craig Venter).

En esta línea de interés se mueven los inversores, con operaciones significativas en 2008 como la compañía Qteros de Massachusetts, que ha obtenido financiación por valor de 25 millones de dólares para desarrollar microorganismos que puedan transformar celulosa en biocombustibles (el factor limitador de la viabilidad comercial de los biocombustibles es el coste actual del procesamiento de la celulosa para obtener etanol).

Los años 2007 y 2008 han sido particularmente favorables para la financiación de capital riesgo de proyectos bioenergéticos, y aunque desde el punto de vista inversor se trata de un sector aún no validado, el año 2008 vio unos 750 millones de euros de financiación privada para proyectos asociados a la producción de biocombustibles. Como dato significativo, en el año 2000 se solicitaron unas 2.300 patentes en la oficina americana, mientras que en 2008 el número

Figura 4. Industria emergente de las biorefinerías



fue de 30.000. Además de las bioenergéticas, las aplicaciones industriales permiten también la obtención de plásticos biodegradables y otros biomateriales (*Biofuels Report: Economics for a Driven Market*, Bioworld®, 2008).

De la misma manera que la biotecnología converge con la industria farmacéutica, la biotecnología de procesos converge con la industria química. Se estima que hacia 2015 el 25% de los procesos de la industria serán biotecnológicos. En palabras de los profesionales del sector, "los fermentadores ya han entrado en las plantas químicas".

De hecho, la biotecnología está introduciendo un cambio de paradigma importante en la industria química, representado por el siguiente diagrama propuesto por Steven Burrill en su informe anual de 2008.

La biotecnología está ayudando también a inventar nuevas palabras para designar nuevas actividades industriales: la biorremediación (utilizar herramientas biotecnológicas

para descontaminar ambientes degradados) y la biodetergencia (que aporta soluciones biotecnológicas a la limpieza de equipos y superficies).

Y también tendrá un impacto importante en sectores tradicionales, como el textil. Un buen ejemplo de ello es el proyecto BioTex, agenda estratégica de investigación acordada entre Euratex (Asociación Europea de Fabricantes Textiles) y Europa-Bio (patronal europea de la industria biotecnológica), con el objetivo de potenciar la incidencia de la biotecnología en el futuro del sector textil europeo, creando un marco de cooperación a largo plazo entre los fabricantes textiles y los de nuevos productos biológicos para obtener nuevos productos para el consumo global, como fibras y *composites*, materiales funcionales que respondan a necesidades de los usuarios, enzimas y microorganismos que puedan integrarse en los procesos productivos del textil, biopolímeros, etc., con especial énfasis en la obtención de tejidos funcionales, enzimas catalizadoras y nuevos materiales poliméricos.

## 1.7. La biotecnología como modelo de desarrollo regional: la teoría de clústers

Un clúster sectorial de cualquier tipo implica una asociación de instituciones en función de intereses comunes y de complementariedades. Por su proximidad, tanto geográfica como de actividades, sus constituyentes disfrutan de beneficios de diferentes tipos (localización común, proximidad a una gran área industrial, acceso a tecnología y a equipamientos, externalización de procesos y de servicios, acceso a capital humano y a proveedores, posibilidad de compartir prácticas y conocimiento, presión para mejorar la ejecución a causa de la proximidad de la competencia, etc.). En resumen, la tendencia a la creación de clústers es ventajosa en tanto que genera beneficios económicos tangibles.

De acuerdo con los documentos estratégicos de la UE en materia de biotecnología, la hoja de ruta para no perder la carrera con Estados Unidos y Asia pasa por potenciar sus capacidades científicas y convertirlas en valor mediante la formación y el fomento del espíritu emprendedor. Pero Europa tiene, respecto a Estados Unidos, dificultades adicionales a causa de la fragmentación de la financiación en I+D y del reducido grado de cooperación territorial.

Como vía de mejora, Europa identifica que hay que impulsar el trabajo en red en núcleos de desarrollo del conocimiento, alrededor de las bioregiones y comunidades biotecnológicas en las que se puede dar acceso abierto al conocimiento, fortalecer los lazos entre universidad y empresa, y promover la cultura de la protección de los resultados y la cooperación entre territorios. Es más, según la OCDE, la existencia de clústers en una región se considera indicador de innovación (*Innovation Clusters*, Comisión Europea, 2007).

El sector biotecnológico y biomédico engloba desde la investigación en ciencias de la vida hasta la comercialización de productos y la aplicación de procesos que mejoran la salud y la calidad de vida de las personas, en una cadena de valor que incluye centros de investigación de excelencia, universidades, parques científicos y tecnológicos, hospitales tradicionales y fundaciones de investigación, entidades de apoyo, grandes instalaciones para la investigación, plataformas tecnológicas, industria farmacéutica tradicional, industria biotecnológica emergente, industria de tecnologías médicas y proveedores de productos y servicios.

Son diversos los actores que, en la comunidad biotecnológica catalana, y también a escala estatal, inciden sobre estos aspectos. Biocat es la organización encargada de impulsar y promover la biotecnología y coordinar el bioclúster catalán, tanto en el ámbito público como privado; CataloniaBIO es la patronal de

las biotecnológicas catalanas; las farmacéuticas se adscriben en esta asociación y también en Farmaindustria, que opera en el ámbito estatal. Asebio es la patronal de las biotecnológicas españolas y opera en coordinación con Genoma España, entidad que depende del Ministerio de Ciencia e Innovación y que coordina la biotecnología a escala estatal. No obstante, como en Cataluña, otras bioregiones españolas se han constituido y consolidado: en el País Vasco, Madrid, Valencia, Andalucía y Baleares, por orden cronológico (con la BioRegión de Cataluña ocupando el segundo lugar, después de BioBasque). Dentro de cada comunidad, los gobiernos autonómicos, los ayuntamientos, las universidades, los hospitales, etc., tienen sus agencias y entidades de desarrollo (en Cataluña, ACCIÓ y Barcelona Activa), entidades de valorización, transferencia de tecnología y espíritu emprendedor (como las OTRI, las estructuras de valorización de la investigación en los hospitales y las universidades, los trampolines tecnológicos, etc.).

Si bien no todo el mundo está de acuerdo con si los clústers deben ser geográficos o virtuales (Steve Burrill defiende que los clústers del futuro se redefinirán por temáticas, enfermedades, mercados o segmentos industriales), resulta claro que en todas partes se sigue una tendencia a la clusterización, cuya relevancia no debe minimizarse. Es más, ya se está pasando a la metaclusterización, es decir, a la suma de masa crítica para impulsar megaregiones. La más próxima es la Euroregión Pirineos-Mediterránea, marco geográfico para un impulso regional de cooperación y asociación de la que forma parte la Bioregión de Cataluña.

En definitiva, se trata de alcanzar el entorno adecuado que revierta en una óptima interacción entre todos los integrantes del clúster, que lo haga más eficiente y más eficaz. Es decir, hacer política de clústers es crear ecosistemas innovadores que favorezcan la economía del conocimiento.

Así, pues, hemos visto cómo una revolución científica que nació hace poco más de un siglo a escala microscópica se ha convertido con el paso del tiempo en una revolución global, económica y productiva, que está incidiendo en temas clave para el bienestar de las personas y el futuro de la sociedad. Nuevas terapias y medicamentos que pueden llegar a adaptarse a un paciente concreto; nuevas fuentes de energía más limpias y sostenibles; impacto en la producción de alimentos; nuevos procesos industriales más eficientes y respetuosos con el medio ambiente...

Nos encontramos también ante un sector muy nuevo y difícil de definir y delimitar, que se sitúa en los primeros lugares de la investigación (a caballo entre herramientas científicas punteras como la secuenciación genómica, la investigación con células madre o nanotecnología) y al que los expertos auguran un gran potencial de crecimiento y de generación de riqueza.

En este primer artículo introductorio hemos analizado de una forma más exhaustiva el estado del arte y las líneas de futuro de la biotecnología roja, que como muestran los datos y los análisis de este primer *Informe Biocat* es la que tiene más peso en Cataluña. En los artículos siguientes se profundiza en la biotecnología verde (agroalimentaria y del medio ambiente), la biotecnología blanca o industrial y en el subsector de las tecnologías médicas. Así se completa un panorama que se nos muestra lleno de oportunidades que tenemos que saber aprovechar y de retos que tenemos que saber afrontar en beneficio de la ciencia, la economía y, sobre todo, la calidad de vida de las personas de nuestro país.





## 2. La biotecnología de aplicación en la agricultura y la alimentación en Cataluña



**Dr. Pere Puigdomènech**  
Director del Centro  
de Investigación en  
Agrigenómica (CRAG),  
CSIC-IRTA-UAB

**S**i nos tomásemos seriamente la definición clásica de biotecnología de la OCDE: “La aplicación de la ciencia y la tecnología en los organismos vivos o partes, modelos y productos derivados para alterar materiales vivos o no de cara a la producción de conocimiento, bienes y servicios” (*Statistical Definition of Biotechnology*, (OCDE), 2005), la biotecnología aplicada a las plantas y a los animales sería la biotecnología más antigua y ha sido, es y será una de las bases imprescindibles de las sociedades humanas. Y esto es así porque de las plantas y de los animales, que son organismos vivos, directa o indirectamente sacamos bienes esenciales para nuestra vida, como los alimentos. Y para llegar a los niveles de producción de alimentos que necesitamos hemos tenido que aplicar mucha ciencia y tecnología.

En este momento utilizamos en general una definición más restringida de biotecnología que incluye las aproximaciones moleculares e industriales que se desarrollaron durante el siglo XX. En cualquier caso las aplicaciones biotecnológicas que utilizamos en agricultura y alimentación tienen una importancia que muchas veces supera las aplicaciones en medicina.

La importancia de la biotecnología de aplicación agroalimentaria procede de que de las plantas y los animales sacábamos nuestros alimentos, pero no solo eso. A partir de plantas y animales producimos fibras, materiales de construcción, medicamentos o cosméticos. Y no debemos olvidar que de las plantas hemos sacado combustibles durante siglos, una cuestión que vuelve a estar sobre la mesa. Los alimentos los producimos directamente de plantas o de estas producimos piensos con los que alimentamos a nuestros animales domésticos. Las fibras con las que nos vestimos son tradicionalmente de plantas, como el algodón y el lino, o procedentes de animales, como la lana y la seda. Las plantas son fuentes tradicionales de medicamentos y cosméticos. Y sabemos que hasta no hace mucho más de un siglo la madera y el carbón vegetal y los animales eran la base para nuestros transportes y para la construcción, y fuente de calefacción. Todo esto nos puede sonar a veces a algo del pasado, pero es posiblemente también algo del futuro.



## Biotecnología y plantas

La biotecnología aplicada a los vegetales tiene esencialmente como objeto conseguir plantas con un mejor rendimiento en su cultivo o que nos proporcionen productos de mejor calidad. La domesticación de las plantas llevada a cabo durante el Neolítico se encuentra en la base misma de nuestra sociedad. Durante el siglo pasado la aplicación sistemática de la genética ha logrado una mejora importante en los rendimientos de las plantas, que ha permitido por ahora que la predicción malthusiana de que no conseguiríamos producir suficientes alimentos para la creciente población no se cumpliera. En este momento no hay ninguno de los grandes cultivos que están en la base de nuestra alimentación que no haya sido objeto de una intensa selección genética. Durante el último tercio del siglo pasado, la biotecnología ha entrado con fuerza en estos tipos de aplicaciones, utilizando diferentes aproximaciones.

Importantes cultivos, sobre todo de plantas que producen frutas o plantas ornamentales, se obtienen de manera vegetativa a partir de fragmentos de individuos jóvenes o de esquejes. A partir de los años 50 del siglo pasado, esta tecnología se sofisticó para dar lugar a los cultivos *in vitro*, en los que se puede guardar de manera indefinida un cultivo de células indiferenciadas de una variedad de interés. Tenemos metodologías que permiten regenerar plantas enteras a partir de estos cultivos y conseguimos de esta manera una fuente constante de plantas idénticas. La micropropagación de plantas se desarrolló en Cataluña en primer lugar en el Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA) y se ha utilizado para empresas sobre todo del ámbito de las plantas ornamentales.

El cultivo *in vitro* es también la base para la transformación de plantas. Es bien sabido que en Cataluña se cultivan unas 40.000 hectáreas de maíz modificado genéticamente. Se trata de una de las pocas modificaciones genéticas aprobadas en la Unión Europea y que se había desarrollado por la empresa Monsanto. En Cataluña se plantan diversas variedades que utilizan esta modificación genética bajo licencia. Las técnicas de transformación son una herramienta muy importante para la investigación en genética molecular de plantas y como tales se utilizan en laboratorios académicos, como el del Centro de Investigación Agrogenómica (CRAG), impulsado por el CSIC y el IRTA, y los de las universidades de Lleida y Barcelona. También

se han aprovechado las posibilidades de la transformación genética para obtener plantas que produzcan sustancias de interés, por ejemplo de aplicación farmacéutica o veterinaria. Estas metodologías son el objeto de proyectos de investigación de la Universitat de Lleida y del CRAG. De este último surgió una empresa, ERA Biotech, actualmente en el Parque Científico de la Universitat de Barcelona, que aplica métodos de producción de proteínas de interés farmacéutico en plantas y células animales.

La modificación genética no es la única aplicación de las técnicas moleculares en las plantas. La mejora genética es una disciplina desarrollada antes de la aparición de la modificación genética y que aplica las leyes de la genética para obtener variedades adaptadas a las necesidades de la producción agrícola. Las técnicas moleculares están permitiendo la comprensión de caracteres genéticos esenciales para esta producción, como la resistencia a enfermedades o a insectos. Un auxiliar de gran importancia para la mejora genética es el uso de marcadores moleculares basados en el DNA y que se pueden desarrollar a partir de la identificación del gen o genes en los que está basado el carácter o que son fragmentos de DNA que acompañan a los genes de interés. Su uso permite acelerar de manera notable el proceso de mejora. La mejora asistida por marcadores se ha desarrollado en el IRTA, hoy en el CRAG, y la están utilizando grupos de investigación de la Universitat Politècnica de Catalunya, de la Universitat de Lleida y del IRTA en Lleida y varias empresas de semillas de Cataluña, como es el caso en primer lugar de Semillas Fitó.



## La biotecnología en animales

En animales las aplicaciones de las técnicas biotecnológicas tienen unas características diferentes. También aplicamos las aproximaciones de la mejora genética a los animales y, de hecho, las actuales razas de animales de granja como vacas, cerdos o pollos han sido y son objeto de mejora genética. De manera similar al caso de las plantas, estos programas tienen como objetivo preferente tener animales más resistentes a enfermedades, tener un mejor aprovechamiento de los piensos o tener productos como carne, leche y huevos de mejor calidad. Por otro lado, también es posible obtener animales modificados genéticamente con los mismos objetivos, pero sobre todo para obtener modelos para estudiar enfermedades humanas y para producir sustancias de interés terapéutico.

Las herramientas de la biotecnología también se pueden aplicar a la investigación para producir vacunas de interés veterinario para proteger a los animales de granja o domésticos de enfermedades de diferente origen. Con este objetivo, podemos mencionar que en Cataluña hay empresas vanguardistas en Europa como Hipra o Fort Dodge. En el tema de la sanidad animal hay que destacar también el trabajo que se hace en el Centro de Investigación en Sanidad Animal (CRESA), creado por la UAB y el IRTA, donde se utilizan tecnologías moleculares para identificar y caracterizar diferentes tipos de patógenos que afectan a especies animales.

La producción de animales transgénicos para su uso en investigación biomédica es probablemente una de las aplicaciones más generalizadas de esta tecnología. En los laboratorios de investigación hay centenares de miles de estos animales, sobre todo ratones. En Cataluña, los podemos encontrar en la gran mayoría de los animalarios de hospitales e institutos de investigación biomédica. En el Centro de Biotecnología Animal y Terapia Génica (CBATEG), situado en la UAB, se producen ratones transgénicos con finalidad de investigación biomédica. Por otro lado, en Estados Unidos ha sido aprobado el primer producto de uso clínico producido en un animal transgénico. Se trata de una hormona que se produce en la leche de cabras transgénicas. Se están realizando experimentos similares en vacas y ovejas en todo el mundo. También se practica investigación de animales transgénicos, sobre todo cerdos, para que puedan utilizarse en trasplantes, y

por eso es necesario que su sistema inmunitario se modifique de manera que no produzca rechazo.

Estos son usos más o menos próximos de orientación clínica. Se ha demostrado que es posible producir animales modificados genéticamente que tienen un crecimiento más rápido e incluso un salmón con estas características ha sido aprobado en Canadá. Se ha demostrado lo mismo en la trucha o la tilapia. Ninguno de estos animales ha entrado en producción.

De la misma manera que hemos visto en plantas, hay un uso creciente de la biotecnología como auxiliar de la mejora genética de las especies animales. El uso de marcadores moleculares para acelerar la mejora ha tenido un aumento espectacular en los últimos años. Ya se han completado las secuencias de las principales especies de animales de granja o se acabarán en los próximos meses, y se están obteniendo conjuntos de variantes genéticas que están permitiendo disponer del genotipo de las razas más utilizadas en mejora. Hay grupos en el CRAG (UAB) y en el IRTA-UdL que trabajan activamente en estas direcciones, que son auxiliares de la mejora y del control de las variedades utilizadas en alimentación. También hay aplicaciones de la biología celular, como la fecundación *in vitro*, la división de embriones o la clonación mediante la transferencia de núcleos, que están siendo aplicadas en las especies más valiosas, como bovinos o porcinos, y hay grupos en Cataluña, por ejemplo en la UAB, que trabajan en el tema.

Otro tipo de especies con las que hay una investigación biotecnológica activa son las marinas. La conciencia de que nuestras fuentes de animales marinos están sobreexplotadas por una pesca sistemática ha llevado a desarrollar sistemas de producción de peces en cautividad. De esta manera la acuicultura se ha convertido en la fuente de una proporción creciente de peces para la alimentación humana. La investigación se centra en la fisiología y la genómica de peces que se están utilizando para el consumo humano o que pueden utilizarse, con el objetivo de conocer las bases de su resistencia a enfermedades o de la calidad del producto, para contribuir a mejorar las especies. En Cataluña se desarrolla una investigación activa en este ámbito en la UAB, en el Instituto de Ciencias del Mar del CSIC y en el IRTA, en su centro de Sant Carles de la Ràpita.

## La biotecnología de microorganismos de uso en la alimentación

Junto con la agricultura, el uso de microorganismos para la alimentación es una de las aplicaciones más antiguas de la biotecnología. Utilizamos levaduras para diferentes tipos de fermentaciones, empleamos nuevas bacterias y hongos en la transformación de diferentes alimentos, y queremos evitar que algunas bacterias u hongos estén en los productos que comemos porque son patógenos o producen toxinas. Estos usos los hemos hecho hasta ahora de manera empírica, pero las técnicas modernas de la biotecnología nos permiten un control muy preciso de la presencia de microorganismos en diferentes momentos de nuestro proceso de obtención de alimentos.

La fermentación mediante levaduras es esencial en procesos de gran importancia económica en Cataluña, como la obtención de vino, cerveza o pan. Estos son procesos muy bien controlados y las cepas de levaduras que se utilizan en cada caso están bien definidas y participan en las condiciones de calidad del producto final. Por eso se han

desarrollado tecnologías de identificación de estas cepas, utilizando técnicas moleculares y de mejora de algunas de sus características. Hay grupos en la Universitat Rovira i Virgili o en el CSIC que están participando en este tipo de investigación, colaborando con algunas de las principales empresas de producción de vino, cava y cerveza.

La industria de transformación de carne es también muy potente en Cataluña. En sus procesos de conservación y transformación, como es el curado de la carne y de los embutidos, son necesarios también controles para que las poblaciones bacterianas sean las apropiadas en cada caso. En el entorno del IRTA de Monells y de la Universitat de Girona se han establecido colaboraciones con grupos industriales en proyectos que utilizan las tecnologías moleculares. También en estos centros y en varias universidades catalanas se han desarrollado métodos de análisis de componentes de calidad o de seguridad alimentaria para estos productos.



## Una perspectiva de futuro

La producción de alimentos a partir de plantas y de animales de granja ha permitido en los países desarrollados un nivel de alimentación aceptable, tanto en cantidad como en seguridad. Esto ha supuesto la consecuencia de la aplicación durante siglos del nivel de conocimiento más elevado que se tenía en cada momento, y sería un error pensar que en el futuro la situación será diferente. El nivel de producción en términos globales podría permitir, probablemente, disponer de alimentos suficientes para la actual población humana, pero los graves desequilibrios globales que existen nos demuestran que ante nosotros tenemos importantes retos. Hay que acabar con la situación que padecen enormes minorías que todavía no tienen un acceso suficiente a la comida, mientras nuestra agricultura y nuestra industria alimentaria responden a la demanda de una población creciente que quiere alimentos suficientes, seguros y saludables. Y todo ello en un entorno globalizado que se enfrenta a unas prácticas agrícolas que debemos revisar, porque en algunos casos son agresivas hacia el medio ambiente, y a un cambio climático que muy probablemente tendrá efectos significativos en la producción de alimentos. Por tanto, seguir aplicando el mejor conocimiento que tenemos a la producción de alimentos, como hemos hecho desde el nacimiento de la agricultura, será muy probablemente una necesidad.

Esta necesidad se convierte en una oportunidad a la vista de las tecnologías que tenemos disponibles en la ac-

tualidad y las que se están desarrollando. La biología moderna ha dado lugar a unas metodologías moleculares y celulares de una potencia enorme. Estas metodologías nos permiten comprender las bases del comportamiento de los organismos biológicos, y aquellos en los que basamos nuestra alimentación no son una excepción, sino más bien al contrario. Tenemos herramientas para mantener y aumentar nuestro nivel de producción de alimentos seguros y saludables, y hacerlo de manera sostenible. Estas herramientas surgen de la biología celular, de la biología molecular y ahora de la genómica, que están en la base de las nuevas biotecnologías.

La industria alimentaria es la industria que tiene un mayor volumen de negocio y que produce una mayor ocupación en Cataluña, al igual que en el Estado español y en Europa. En Cataluña tenemos una base científica e industrial que puede permitir unos desarrollos interesantes en los próximos años para hacer que el nivel científico de los grupos de investigación y el nivel tecnológico de nuestras industrias que utilizan las herramientas de la biotecnología moderna se compare con los estándares internacionales. Hasta ahora, en la medida de las posibilidades de nuestra estructura científica e industrial, la actividad científica, el uso de herramientas modernas por parte de la industria y la colaboración entre los ámbitos científico y empresarial han sido significativas. Esperamos que se den las condiciones para incrementar esta actividad en los próximos años.





# 3. La biotecnología industrial: oportunidades de negocio en Cataluña



**Dr. Josep Castells i Boliart**  
Presidente del Instituto  
Universitario de Ciencia  
y Tecnología (IUCT)

La biotecnología industrial (BI) o blanca se podría definir como “el conjunto de empresas que fabrican industrialmente sustancias químicas o bienes de equipo y de consumo utilizando herramientas biotecnológicas”.

Esta definición es suficientemente amplia como para que tengan cabida empresas que podríamos encontrar enmarcadas en sectores industriales clásicos (químico, plásticos, química fina, textil, calzado, química de consumo, como la producción de detergentes, carburantes, alimentario, metalúrgico, de distribución...) y generalmente no se las identifica como empresas biotecnológicas. Esto es consecuencia de que la biotecnología industrial es claramente una herramienta y no un fin en sí misma; tampoco se puede considerar un sector, sino que el uso de estas herramientas biotecnológicas pasa a ser el único elemento en común de un conjunto de empresas de sectores muy diversos. Normalmente el hecho de utilizar estas herramientas crea un rasgo diferencial respecto a las demás empresas del mismo sector, ya que gracias a ellas consiguen desarrollar y sacar al mercado productos y procesos que incorporan un factor de innovación intrínseco importante, lo cual les permite ganar en competitividad frente a sus competidores clásicos.

Últimamente se está utilizando la BI como factor de innovación tecnológica de sectores clásicos y maduros, con graves problemas de competitividad ante los productores de países emergentes. Al incorporar esta innovación tecnológica, las empresas disponen de nuevos productos y procesos patentables, mejorados en eficiencia económica y medioambiental, lo cual permite ganar competitividad y mercado.



Concretamente, algunas de las soluciones aportadas por la biotecnología logran mejorar los procesos o los procesos industriales en los aspectos siguientes:

- Uso de materias primas renovables y, por tanto, menor dependencia del petróleo o derivados.
- Aprovechamiento de residuos agrícolas, forestales o industriales, que se revalorizan.
- Reducción del uso de reactivos, materiales y solventes orgánicos volátiles o tóxicos. Reducción de la generación de residuos y subproductos (tóxicos). Menor consumo de energía y sustitución de fuentes de energía fósil por fuentes de origen biológico y, en consecuencia, menor emisión de gases de efecto invernadero (GEI).
- Reducción de los costes de fabricación y mejora en la relación coste / beneficio.
- Mejor calidad de los procesos biotecnológicos, ahorro en los costes adyacentes de almacenamiento y tratamiento de residuos y eliminación de la necesidad de medidas medioambientales exigidas por la legislación.

La existencia de empresas usuarias de biotecnología industrial genera un subsector específico cuya actividad y

productos son estrictamente biotecnológicos, que llamaremos “proveedores de BI”.

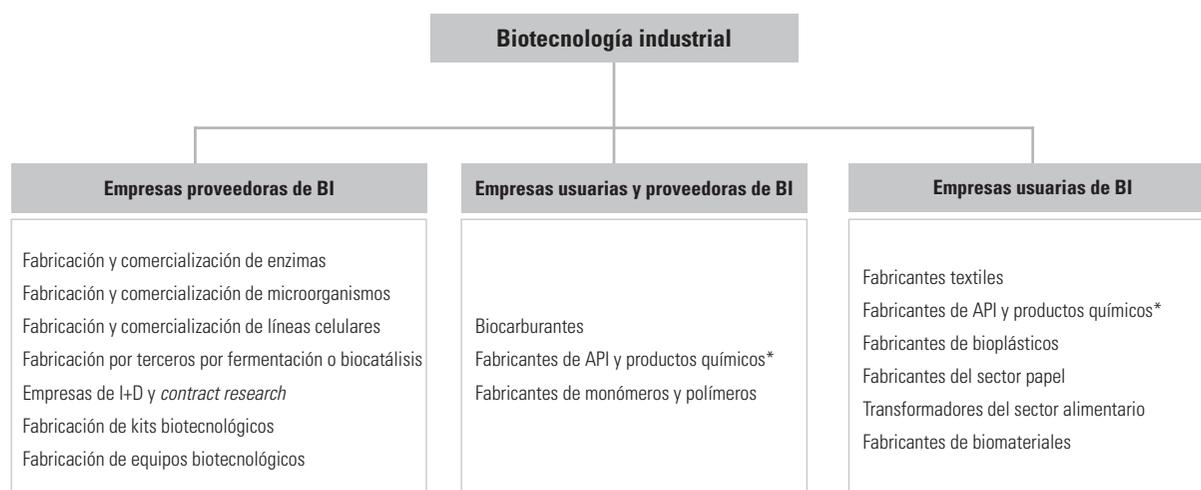
## Materiales y aplicaciones

La BI tiene una base de aplicación tan amplia que se hace muy difícil visualizar una estructura ordenada. Tiene un gran potencial de aplicación, tanto en sectores clásicos como en sectores emergentes. Veamos unos cuantos ejemplos significativos.

### a) Productos químicos de gran tonelaje y materias primas

Hoy es posible producir mediante fermentación de materias primas renovables y baratas (melazas, bagasos, almidones...), compuestos que antes tenían que extraerse o sintetizarse químicamente. Ejemplos emblemáticos en tecnología alimentaria son la vitamina C, el ácido glutámico o el ácido cítrico. También encontramos otros productos que pueden sintetizarse por microorganismos, y actual-

**Cuadro 7. Clasificación de empresas en el ámbito de la biotecnología industrial (BI)**



■ Fuente: elaboración propia del autor. \* que utilizan materias primas renovables

mente se estudia su producción biotecnológica a escala industrial en sustitución de la síntesis petroquímica, como el ácido succínico o el ácido adípico (precursor del nailon).

### b) Productos de química fina y de especialidades químicas

Estos compuestos, especializados y a menudo muy complejos, requieren muchos pasos de síntesis y el uso de grandes cantidades de energía. En contraste con esto, la biocatálisis (catálisis mediante agentes biológicos, que pueden ser enzimas o microorganismos vivos que realizan todos los pasos de conversión en el interior) suele tener lugar a temperaturas cercanas a la ambiental. Esto permite el desarrollo de procesos mucho más eficientes y sostenibles desde el punto de vista medioambiental y económico. Algunos ejemplos de ello son el ácido maleico (intermediario en la síntesis de tintes), los benzaldehidos (empleados en la fabricación de plásticos), algunos API (*active pharmaceutical ingredient*) de alto valor añadido, compuestos como el aspartamo (edulcorante) o el ácido eritórbito (antioxidante) y aminoácidos como la L-lisina (complemento nutricional en piensos).

### c) Enzimas

Las enzimas se han convertido en uno de los productos principales de la biotecnología industrial, y existen empresas que se dedican exclusivamente a producirlas y a comercializarlas. Gracias a ellas, las reacciones bioquímicas que requerían altas temperaturas, exceso de sustratos o presencia de disolventes complejos se llevan a cabo a temperatura ambiente, en medios acuosos, normalmente no tóxicos y de manera específica y selectiva.

Su uso industrial empezó en la década de los 80, cuando se introdujeron como agentes blanqueadores y desengrasantes en los detergentes, reduciendo así la cantidad de surfactantes artificiales, muy perjudiciales para el medio ambiente. Hoy existen más de 150 enzimas de uso comercial, de aplicación en todos los sectores de la industria, como por ejemplo el sector alimentario, en el que se emplean las pectinasas para eliminar la pulpa de los zumos, las transaminasas como agentes compactantes en el procesamiento de carnes, las amilasas para mejorar la masa del pan y las galactosidasas para la obtención de produc-

tos lácteos deslactosados. En el sector textil encontramos ejemplos como las celulasas –sustitutos del lavado a la piedra–, las lacasas y las catalasas para procesos de blanqueado, pectinasas para el pretratamiento del algodón y las proteasas para el curtido de pieles, y en el sector papero se utilizan lacasas y xilanasas para el blanqueado.

Industrias relacionadas con la obtención y la purificación de las enzimas desarrollan microorganismos modificados genéticamente que permiten producir y excretar enzimas a altos ritmos de producción, lo cual abarata muchísimo el proceso. Complementariamente, la aplicación de técnicas modernas de ingeniería bioquímica permite diseñar enzimas a la carta con mayor actividad que las naturales, o bien con capacidad para degradar nuevos sustratos o generar nuevos productos no naturales.

### d) Biocombustibles

Los llamados biocombustibles o biocarburantes son, junto con las enzimas, las grandes estrellas de la biotecnología industrial. Un biocombustible es un combustible para motores de explosión que se elabora a partir de materia prima de origen biológico o renovable (principalmente vegetal).

Biocombustibles de primera generación: actualmente existen dos biocombustibles en el mercado: el bioetanol (para motores de gasolina) y el biodiésel (para motores diésel). Estos biocombustibles de primera generación tienen el inconveniente de que se producen a partir de semillas cultivadas. Su fabricación requiere, por tanto, el uso de fertilizantes, pesticidas y maquinaria agrícola, hecho que provoca emisiones de gases de efecto invernadero y disminuye el balance neto de ahorro respecto a los combustibles tradicionales.

Biocombustibles de segunda generación: estos se obtienen a partir de residuos agrarios, forestales o industriales biodegradables. Su gran ventaja radica en el mayor aprovechamiento de la biomasa, que minimiza los problemas de competencia por el consumo de materias primas alimentarias. Los proyectos más vanguardistas incluso se plantean utilizar residuos urbanos como fuente de carbono. Esto aumentará el ahorro neto de emisiones a más de un 90%. El bioetanol de segunda generación será una realidad a escala industrial en 2012. Se obtendrá bioetanol a partir de material lignocelulósico, basado en una combinación de enzimas optimizadas y microorganismos modificados genéticamente.

te. El biodiésel de segunda generación se obtiene a partir de fuentes alternativas de carbono, como la glicerina (subproducto de la actual industria del biodiésel), o biomasa de diferentes tipos. Para evitar el uso de metanol, se emplean nuevas fuentes de aceites no alimentarios (microalgas o *jatropha*).

Hay otros biocombustibles que no se utilizan para automoción, como el biogás (hidrocarburos gasificados procedentes de la descomposición de materia orgánica de origen biológico), o la biomasa de diversos orígenes que, convenientemente triturada y seca, constituye un excelente combustible para hogares e industrias.

### e) Biomateriales

Los biomateriales, sintetizados a partir de material biológico o utilizando metodologías basadas en sistemas biológicos, son quizás los productos más nuevos de la biotecnología industrial y en los que existe más campo abierto para la investigación y la experimentación.

Se trata de materiales aptos para varias aplicaciones (desde la construcción a la industria de los juguetes) que pueden sustituir a los plásticos y a otros materiales derivados del petróleo, y mantener y a menudo mejorar sus características y prestaciones. Los biomateriales más desarrollados hasta ahora son polímeros producidos por microorganismos, plantas o derivados de estos, como alternativa a los plásticos.

Los bioplásticos tienen propiedades similares a las de los plásticos convencionales, pero son totalmente biodegradables, pueden ser fácilmente descompuestos por bacterias tanto en el suelo como en el agua y generan hasta un 80% menos de emisiones de gases tóxicos en su proceso de fabricación. En el mercado encontramos bioplásticos obtenidos como polímero biológico, los fabricados a base de almidón de maíz o el polihidroxibutirato sintetizado a partir de la glucosa. Otra aproximación consiste en sintetizar los monómeros mediante bacterias genéticamente modificadas como el ácido hidroxipropanoico y el ácido poliláctico, empleados para la elaboración de envases o la fabricación de automóviles.

Algunos casos comerciales de éxito en fabricación de polímeros son NatureWorks, líder mundial en producción de plásticos biodegradables como el ácido poliláctico (PLA) (usado para el sellado térmico, etiquetas, embalajes, etc.); Novamont Bioplàstic, productor de Mater-Bi, obtenido a

partir de almidones de maíz, trigo y patata (usado en espumas, productos de higiene, juguetes ecológicos y neumáticos), y BASF Ecoflex®, producto basado en almidón de maíz, patata y PLA. Los bioplásticos tienen múltiples aplicaciones: Nestlé Resina, utilizada en bandejas para el empaquetado de chocolate; Mitsubishi y Sony los utilizan en carcasas para walkman; Motorola dispone de una cubierta para teléfonos móviles; Pioneer, Sony y Sanyo han creado discos de almacenamiento y Fujitsu, Hewlett-Packard y NET, carcasas de ordenador.

Hay otros biomateriales, como las fibras textiles a base de seda de araña (uno de los materiales más resistentes, flexibles y ligeros que se conocen), que ya son una realidad en los laboratorios de más de una empresa de base biotecnológica. Existen gusanos de seda transgénicos cuya seda se parece a la de la araña, e incluso cabras que producen la proteína de esta seda en su leche.

## Impacto económico de la biotecnología industrial

La biotecnología industrial está ejerciendo un impacto creciente en muchos de los sectores industriales usuarios y se prevé que en el futuro este impacto sea todavía mayor.

En 2002 la producción de compuestos químicos derivados de la biotecnología era ya de más de 2,7 millones de toneladas. En 2005 el valor de mercado de estos compuestos se cifró en 50.000 millones de euros, cantidad que equivale a un 7% de la producción total, y se espera que en 2010 supere los 80.000 millones (el 10% de la producción).

La producción de bioplásticos, pese a ser un sector poco maduro, tampoco se queda atrás. Actualmente se fabrican 10.000 toneladas anuales de acrilamida empleando catálisis enzimática en lugar de química, 28.800 toneladas de ácido poliláctico y unas 90.000 toneladas de polímeros derivados del 1,3-propanodiol. La capacidad productiva de bioplásticos ha mantenido una evolución espectacular en los últimos años. En 1990 la cantidad era reducida; en 1995 producíamos ya cerca de 15.000 tm/año; en 2000, unas 50.000 tm/año, y en 2002, unas 260.000 tm/año. Hasta 2005 la producción se estabilizó en unas 280.000 tm/año, que pasó a crecer espectacularmente con la subida del pe-

tróleo, en el período 2006-2008, hasta las 510.000 tm/año, y se estima que en 2010 llegaremos a las 875.000 tm/año.

El valor añadido bruto de la producción de las enzimas ascendió a 685 millones de euros en 2005 solo en la Unión Europea, líder mundial con el 80% de la producción total.

En cuanto a los biocombustibles, el valor de mercado en 2005 del bioetanol —el producto mayoritario— era de 14.000 millones de euros. A partir de 2005, el biodiésel gana protagonismo y en 2008 en el Estado español ya se consumieron cerca de 600.000 tm de este producto, del que se estima una necesidad de 2 millones de toneladas para 2010. La UE ha previsto que los biocombustibles representen un 10% del consumo total de carburantes en 2020, lo cual puede suponer una cifra de más de 4 millones de tm/año.

Pese a su potencial económico, la fabricación de biocombustibles o bioplásticos no es, en estos momentos, un proceso barato en comparación con su equivalente petroquímico. Los progresos en ciencia y tecnología irán aportando soluciones a los problemas técnicos existentes, además de descubrir nuevas aplicaciones industriales para los procesos biológicos. Pero el grado de éxito dependerá de si se hace o no una apuesta decidida por la I+D.

## Situación e impacto empresarial de la BI en Cataluña respecto al Estado español

En el ámbito académico Cataluña está en una muy buena posición y la oferta de profesionales formados aquí cubre las necesidades actuales del tejido empresarial catalán y es suficiente para absorber cualquier crecimiento previsible de futuro. Hay diversas universidades que imparten su grado de biotecnología (con notas de corte bastante altas), el grado de bioquímica, el grado de química y el grado de biología, imprescindibles para disponer de profesionales de base bien formados; además, también se dispone de varios másters científicos, tanto de universidades como de centros de especialización, que dan una muy alta cualificación al personal.

Por un lado, disponemos de títulos profesionales de grado medio y de grado superior en las ramas químico-farmacéutica y sanitaria de calidad suficiente para cubrir la actual demanda de este sector. Sin embargo, si se produce el crecimiento previsto del tejido empresarial biotecnológico catalán, es probable que en los próximos años esta oferta de formación profesional resulte insuficiente.

En cuanto a la investigación de base que se desarrolla tanto en las universidades públicas como en las universidades privadas, y en los institutos de investigación como en el propio CSIC, tiene un nivel de calidad extraordinario que hay que mantener. Pero es necesario establecer mecanismos para transferir este conocimiento a la sociedad, lo cual tan solo se consigue a través de las empresas que la transforman en productos y procesos industriales.

Analicemos, pues, el estado empresarial en Cataluña y las posibilidades de futuro que tiene. Para ello, hay que tener en cuenta en primer lugar el efecto multiplicador que tiene la existencia de una base industrial multisectorial madura y fuerte en un territorio concreto: disponer de un núcleo de empresas proveedoras de biotecnología industrial tiene un efecto sinérgico y genera oportunidades para las empresas usuarias de BI, impulsando así el desarrollo industrial de ese territorio. Cataluña es la primera zona industrializada del Estado español y cumple, por tanto, la primera de las condiciones necesarias para el desarrollo de la BI. El otro factor esencial es el nivel de penetración y relevancia de las empresas proveedoras de BI. En este punto Cataluña se encuentra en una situación de partida buena, pero mejorable.

## Empresas catalanas proveedoras de biotecnología industrial

Las empresas catalanas más innovadoras y con mayor proyección de este ámbito representan el 15% de los miembros de ASEBIO reunidos en los grupos de biotecnología industrial y biocombustibles (44 en todo el Estado español). A estas hay que añadir una decena de empresas muy activas en BI que no pertenecen a la asociación empresarial estatal. A continuación se detallan las especialidades de algunas de estas empresas:

- Fermentación o biocatálisis industrial (Laboratorios Calier, Sandoz, Purac y Biolbérica) y fabricación de enzimas y microorganismos (Biocon, Biocontrol Technologies).
- Procesos de biosíntesis (Arquebio, Bioingenium e IUCT). La UAB dispone de una planta piloto con capacidad para hacer proyectos de escalado para las empresas. También trabajan en este campo varios grupos universitarios de reconocido prestigio (UAB, UB, C SIC, UdL, UVic y URL) y alguna de sus *spin-off*, como Bioglane.
- Fabricación y desarrollo de kits, reactivos, reactivos celulares y materiales biotecnológicos (Biokit, Roche, Advanced Cell, Biosystems, Microbial y Proglutamic).
- Fabricación de equipamiento biotecnológico (Grifols Engineering, Telstar Projects y Hexascreen).
- Fabricación de materias primas renovables para fabricar biocombustibles u otros productos industriales (Agrasys, Era Biotech e IUCT).
- Fabricación de biodiésel. Cataluña dispone actualmente de tres plantas pequeñas/medianas: Stocks del Vallès (fabrica biodiésel con aceites vegetales reciclados y grasas animales); Bionet Europa (utiliza más del 60% de aceites de cocina reciclados), Transportes Ceferino Martínez (utiliza biodiésel obtenido en su propia planta). Estas plantas catalanas han mantenido la competitividad y la producción de biodiésel en el Estado español durante los últimos tres años de crisis de este sector, por la entrada creciente de biodiésel americano doblemente subvencionado.

Finalmente, hay que destacar la consecución del primer biodiésel de segunda generación patentado internacionalmente, desarrollado por el IUCT.

## Empresas usuarias de biotecnología

Es muy complejo hacer un seguimiento exhaustivo de estas empresas por su dispersión en multitud de sectores y porque en muchos casos no hacen difusión de la implantación de la BI en sus procesos, que interpretan como secreto industrial.

Los sectores agroalimentario, textil, peletero y del calzado hacen un uso intensivo de la BI (especialmente enzimas y microorganismos para procesos de fermentación). Las empresas de química de consumo están iniciando el cami-

no de introducir productos como detergentes y quitamanchas enzimáticos, y productos para la biorremediación de vertidos contaminantes. El sector químico empieza a emplear la biotecnología industrial para mejorar los procesos de síntesis y ganar eficiencia (especialmente las empresas de química fina) y está haciendo también importantes inversiones para desarrollar productos y líneas de productos nuevos basados en la BI.

En Cataluña disponemos de recursos humanos preparados para las necesidades de la BI con una oferta formativa adecuada, suficiente y de calidad, tanto de nivel universitario como de grado medio. Pero si el sector biotecnológico crece tendrá que incrementarse el número de profesionales con la formación técnica necesaria.

La I+D que se desarrolla en las universidades, los centros y los institutos de investigación es de alta calidad, pero es insuficiente la transferencia de conocimiento en productos industriales que llega al mercado. La capacidad de innovación de las empresas catalanas es claramente limitada e insuficiente para poder absorber el gran volumen de conocimiento desarrollado y transformarlo en nuevos productos y nuevos procesos industriales.

Para solucionar este déficit debe impulsarse la creación de *spin-off*, para que sean estas las que logren este crecimiento de la biotecnología industrial. Para que esto sea viable se necesitan empresas de capital riesgo especializadas en biotecnología, hecho totalmente inexistente actualmente. La inversión de capital riesgo en Cataluña en BI ha sido prácticamente nula en los últimos tres años. Y no solo debería crecer, sino también permitir hacer frente a todas las rondas de financiación: semilla, crecimiento, expansión y salida a bolsa.

En Cataluña existe una buena base de empresas proveedoras de BI, y es la zona del Estado español de mayor concentración de la industria tradicional. Estos dos factores son cruciales en el desarrollo de empresas usuarias de BI, por lo que podemos esperar que a medio plazo se registre un fuerte crecimiento de este grupo de empresas. Para que este crecimiento sea al máximo, es necesario un claro apoyo de las administraciones a los procesos de innovación de las propias empresas, el acceso de las empresas maduras al capital riesgo, para que las empresas clásicas puedan introducir la biotecnología industrial en sus procesos con garantías de éxito.

# 4. Retos y ejes de crecimiento del sector de las tecnologías médicas en Cataluña



**Dr. Lluís Pareras**  
Gerente del Área de  
Meditecnología, Colegio Oficial  
de Médicos de Barcelona  
(COMB)

Las ciencias de la vida y las tecnologías médicas están consideradas como unos de los sectores de alta tecnología más importantes del futuro. La investigación científica (I+D) es un motor cada vez más relevante de la economía. Por tanto, es importante para nuestro territorio discutir cómo podemos potenciar el sector de las nuevas tecnologías médicas y favorecer la innovación de manera coordinada, despertando al tiempo el interés para convertirse en emprendedores de los diferentes colectivos profesionales que desarrollan su actividad en el ámbito médico y de la salud.

No es exagerado decir que Barcelona se está posicionando como la capital europea de la investigación en ciencias de la vida de las tecnologías médicas. En un esfuerzo coordinado muy prometedor por parte de la Administración y de varias instituciones, se está contribuyendo positivamente a crear un clima muy adecuado para la creación y el desarrollo de nuevos productos y servicios en el sector. Durante los próximos años surgirán muchas oportunidades y conviene que todos hagamos un esfuerzo para apoyar a los médicos y a los investigadores con espíritu emprendedor y, al tiempo, defender sus derechos en todo este proceso. Solo así la rueda empezará a girar.

En el epígrafe de *Tecnologías médicas* se incluye un sector diverso y bastante fragmentado desde el punto de vista empresarial, pero con un gran potencial de crecimiento. Todo ello sin olvidar un número importantísimo de grupos de investigación y centros tecnológicos multidisciplinares que ofrecen investigación y, en algunos casos, servicios a las empresas. En este entorno encontramos, por tipología de empresas, varios subsectores, como las empresas *in vitro diagnostics* (dedicadas a la identificación de nuevos marcadores y a la fabricación de *kits* para el diagnóstico de patologías), las empresas especializadas en diagnóstico por la imagen, las empresas de telemedicina estrechamente relacionadas con el mundo de las TIC y las empresas que hacen propiamente diseño y producción de *dispositivos médicos* y, finalmente las empresas de *contract manufacturing* (empresas a menudo procedentes de sectores industriales tradicionales, que desarrollan y/o producen componentes para fabricantes de productos tecnológicos sanitarios).

Este artículo se centra principalmente en las compañías de dispositivos médicos, aunque considerando que el concepto de *dispositivo médico* es muy amplio, ya que se refiera en cualquier aparato, equipo, material, programa informático, artículo o accesorio que se utilice—solo o combinado con otros— para el diagnóstico de enfermedades o procesos terapéuticos o paliativos que inciden en la salud humana. Dispositivos y, por tanto, procesos de producción y empresas, que son tan diversos que pueden ir desde la fabricación de catéteres hasta un escáner láser para tomografías.

El de las tecnologías médicas y, sobre todo, el de los dispositivos médicos es un mercado altamente atractivo. En él confluyen varios factores clave: existe demanda desde el mundo de la salud pública; se basa en investigación de alta calidad y multidisciplinaria a menudo realizada en los propios hospitales, y también en centros de investigación y empresas que generan innovación y, por tanto, valor económico elevado; y, finalmente, tienen un tiempo en el mercado (*time to market*) inferior al de los descubrimientos de nuevos fármacos (de 3-5 años para un dispositivo frente a los 12 años de media para un nuevo fármaco). En consecuencia, resulta interesante para los inversores, ya que pueden recuperar con rapidez el capital y obtener beneficios en un mercado potencial que se estima que crecerá un 10% en los próximos cinco años (*An Introduction to Medical Technology Industry*, EUCOMED, 2009).

## Líneas de innovación en dispositivos médicos

El éxito o fracaso de un nuevo dispositivo médico depende de muchos factores, pero no hay duda de que su diseño y la innovación tecnológica que comporta son los más relevantes. Empezaremos, pues, por repasar brevemente las principales líneas de innovación en I+D+i en nuestro entorno, las grandes tendencias en auge, para comprender mejor hacia dónde se dirige el sector.

### a) Microprocesadores

Los microprocesadores han cambiado la medicina. En la actualidad se utilizan de manera muy habitual en todo tipo de dispositivos médicos, tanto en dispositivos para

implantar en los pacientes como en equipamiento e instrumentos terapéuticos. Los microprocesadores añaden valor a los productos porque permiten un aumento de las funcionalidades, una mayor automatización y un menor tamaño de los dispositivos médicos.

En nuestro entorno vemos cada vez más dispositivos médicos que pueden incluso incluir algoritmos de toma de decisiones, porque permiten a los dispositivos responder a las condiciones clínicas de los pacientes. Esta capacidad de análisis y de respuesta es sorprendentemente rápida y precisa, muy a menudo más que el análisis y la respuesta proporcionados por médicos especialistas altamente formados. Por eso, en muchos casos el dispositivo (por ejemplo, un marcapasos que pueda analizar el ritmo cardíaco y actuar con cambios eléctricos en caso de que el paciente lo necesite) ofrece funcionalidades que los especialistas por sí solos no pueden ofrecer.

Lo importante de esta tendencia es que, como hemos visto, existen dispositivos que no solo permiten hacer las cosas mejor (incrementos funcionales cuantitativos), sino que permiten hacer cosas que antes no se podían hacer (incrementos funcionales cualitativos).

### b) Convergencia con tecnologías de la información

Las tecnologías de la información añaden nuevas capacidades de transmisión de información a los procesadores. Los cambios que aportan estas nuevas capacidades son de naturaleza también cualitativa, y permiten terapias y seguimientos que antes no eran posibles. La salud de cada individuo es su bien más preciado, y pocas cosas hay más importantes que tener una buena salud, en forma de dispositivos médicos que se puedan conectar, por ejemplo, con nuestro teléfono móvil y controlar nuestras cifras de glicemia, registrar la tensión arterial y enviar estos datos de manera automatizada a nuestro historial clínico electrónico, o avisarnos de la presencia de un alérgeno a nuestro alrededor si somos asmáticos o alérgicos. Las posibilidades son amplísimas.

Esta convergencia permite desarrollar un nuevo campo de dispositivos médicos orientados al tratamiento de patologías crónicas (*wireless disease management programs*), un ámbito en el que estamos viendo aparecer en nuestro entorno un buen número de *start-up* y del que oiremos hablar mucho en los próximos años.

### c) Avances en materiales

Cataluña dispone de una red de centros tecnológicos, universidades y centros de investigación con un gran nivel científico en el estudio de los materiales. Los avances en el desarrollo de nanomateriales, polímeros, plásticos, revestimientos, nuevas aleaciones de metales y otros materiales en proceso de investigación han permitido también un progreso más rápido del sector. No solo ha de ser efectivo el diseño de los nuevos dispositivos; el material con el que se fabrican también debe mejorarse continuamente para una interacción más eficiente y adecuada en el microambiente del cuerpo humano.

Los avances en plásticos, por ejemplo, han permitido desarrollar catéteres cada vez más pequeños y que pueden llegar cada vez a lugares más inaccesibles de la anatomía del ser humano. Sus nuevas características mecánicas les permiten doblarse o adoptar formas temporales, lo cual mejora enormemente su efectividad. El grado de eficacia y versatilidad de muchos instrumentos médicos depende en gran medida de los materiales con los que están fabricados.

### d) Convergencia entre dispositivos médicos y fármacos

Otra de las tendencias más interesantes del sector es la de combinar las capacidades terapéuticas de los fármacos con las funcionalidades de los dispositivos médicos. Esta combinación permite mejorar la efectividad de los dispositivos médicos y hace posible, por ejemplo, entre muchas otras aplicaciones, administrar fármacos localmente de manera selectiva, con dosis más altas, en las regiones enfermas de los pacientes, reduciendo así los efectos secundarios. También permite mejorar la durabilidad de los implantes médicos, que se bañan o revisten con sustancias que facilitan su integración en el cuerpo humano.

Esta convergencia está avanzando a buen ritmo y exige nuevos recursos, capacidades y conocimientos a las *start-up* que desean entrar para competir en el sector. Por ello, es cada vez más frecuente la asociación de pequeñas empresas innovadoras con compañías biofarmacéuticas para el diseño, el desarrollo, la homologación y la comercialización de nuevos productos.

## Ejes de crecimiento del sector

Si bien las fuerzas del mercado tienden a favorecer la consolidación del sector en unas pocas compañías de grandes dimensiones (formadas a base de sucesivas compras y fusiones), lo cierto es que en nuestro entorno estamos asistiendo todos los años a la aparición de *start-up* dedicadas a las tecnologías médicas.

De todas las nuevas ideas que escucho de los profesionales sanitarios, buena parte está relacionada con el diseño o la patente de un nuevo dispositivo médico. Y muchas tienen un potencial extraordinario. Los ejes clave para el crecimiento que se les plantean a estas nuevas *start-up* son cinco:

- necesidades clínicas no satisfechas
- tendencia demográfica hacia el envejecimiento de la población
- avances tecnológicos cualitativos
- canales de información y contacto más eficientes
- la consolidación como estímulo para las nuevas *start-up*

### a) Necesidades clínicas no satisfechas

Uno de los pilares en los que se sustenta el crecimiento del sector es la posibilidad de utilizar nuevas tecnologías, nuevos materiales y nuevos productos para dar respuesta a las necesidades que aún no están satisfechas con las que se encuentra el personal sanitario. La capacidad para cubrir necesidades existentes es uno de los requisitos imprescindibles a la hora de evaluar la viabilidad de una nueva *start-up*.

La gran magia del sector es que, a veces, un nuevo mercado de millones de euros puede materializarse literalmente de la nada, donde antes no había demanda, gracias a la aparición de una nueva tecnología o de un nuevo material.

Consideremos, por ejemplo, la aparición de la endoscopia. Esta nueva tecnología ha permitido el nacimiento de innumerables *start-up* con productos para este campo, en el que hace unos años no existía obviamente actividad alguna. Los nuevos avances en medicina crearán de forma sostenida nuevas oportunidades para los profesionales sanitarios que estén atentos a la detección de estas nuevas necesidades.

## b) Tendencias demográficas

La población tiene cada vez más edad y el porcentaje de ciudadanos mayores de 50 años está aumentando rápidamente. Y no solo hay más individuos por encima de esta edad, sino que estas personas están también más determinadas a mantenerse activas, en mejor forma y con mucha más movilidad que las generaciones anteriores.

La población de más edad consume más cantidad de productos médicos que los jóvenes y, además, cada vez tienen mayores deseos de sentirse en buena forma. La convergencia de ambas tendencias es potencialmente muy positiva para el diseño y la producción de mejores dispositivos médicos.

## c) Avances tecnológicos cualitativos

La tecnología avanza a un ritmo cada vez más acelerado. Esta tecnología permite una mayor seguridad y eficacia y, en consecuencia, son cada vez más los médicos y el personal sanitario que emplean dispositivos médicos para su ejercicio profesional, con el objetivo de mejorar sus resultados. Esto hace que muchas veces sean los propios profesionales los que diseñen y desarrollen nuevos dispositivos e incluso los que creen empresas para producirlos e introducir la innovación en el sector. Es un círculo virtuoso que genera un gran estímulo para el crecimiento.

## d) Canales de comunicación y distribución cada vez más eficientes

Año tras año se gana eficiencia en los canales para hacer llegar información sobre innovaciones en tecnologías médicas a los profesionales de la salud, que son sus naturales prescriptores, y a los gerentes hospitalarios, que son sus principales compradores. Infuyen en esta mejora, por un lado, las nuevas tecnologías, y por el otro, una mayor madurez del sector, que permite unas relaciones más estables entre médicos y empresas.

Debido a que el acceso al colectivo de profesionales sanitarios es clave para lograr la viabilidad, en primera instancia, y los beneficios, después, de las empresas de tecnologías médicas, es natural que para estas compañías sea prioritaria la inversión en todo lo que pueda fortalecer la relación con el personal médico. Esta inversión se centra

primordialmente en tres ámbitos: financiación de programas clínicos en centros sanitarios, formación y potenciación de la fuerza de ventas.

La relevancia de este factor para el desarrollo y el crecimiento de cualquier *start-up* del sector se entiende si pensamos que, una vez establecida la relación con un determinado hospital o con un profesional médico, puede fluir una serie de nuevos productos a través de estos canales de comunicación y materializarse en futuras ventas. Para una *start-up*, establecer estos canales de comunicación y distribución es como pertenecer a un club privado: resultan caros, pero una vez se ha accedido a ellos, la pertenencia a este club puede garantizar un flujo constante de ingresos. Por eso, una de las decisiones estratégicas más importantes para las empresas del sector es abrir sus propios canales de distribución, e ignorar este hecho puede ser la diferencia entre el éxito y el fracaso.

## e) Consolidación como estímulo para las nuevas *start-up*

La existencia de grandes compañías que compiten en el sector y la tendencia de éstas a comprar innovación, es decir, a crecer mediante la adquisición de pequeñas *start-up* innovadoras, puede ser un buen incentivo para la aparición de nuevas empresas en el sector *tec-med*. Es relativamente frecuente que en algún momento de la trayectoria de su *start-up*, el emprendedor pueda licenciar o vender su nuevo dispositivo médico (e incluso la compañía que lo ha creado y patentado) a una de estas grandes empresas líderes en el sector. Esto puede suponer una opción de futuro muy provechosa para muchos emprendedores —y para los inversores que les han ofrecido su apoyo. Por otro lado, muchas de estas grandes empresas pueden interesarse por la idea en fase de patente y licenciar su uso.

¿Por qué una gran empresa debería estar interesada en nuestro dispositivo? Con un nuevo producto las grandes compañías pueden cubrir al menos tres necesidades.

En primer lugar tenemos la necesidad de comprar crecimiento. Las grandes compañías necesitan crecer continuamente para ofrecer mejores retornos a sus inversores. La adquisición de pequeñas empresas con productos innovadores permite alcanzar este objetivo y abrir mercados nuevos que no habían explorado antes.

Otro motivo es la necesidad de rentabilizar sus excelentes canales de distribución. Con el tiempo, las grandes empresas *tec-med* han desarrollado buenas vías de entrada en el sector que pueden hacerse más rentables con la incorporación de nuevos productos a su catálogo. Si las grandes empresas tienen las mejores entradas para la venta, con frecuencia son las *start-up* las que tienen los mejores y más innovadores productos, por lo que resultan evidentes las posibilidades de colaboración.

Finalmente, la gran empresa tiene necesidad de ampliar su ámbito de actuación (*scope*) en diferentes ámbitos. Esta ampliación se puede producir en tres dimensiones: la geográfica (exportando a más países, por ejemplo), la de producto (incorporando nuevos dispositivos a su catálogo) y de segmento de clientes (cubriendo necesidades de una parte de la población a la que hasta entonces no había llegado). Comprando o licenciando el producto sanitario creado por una pequeña *start-up* puede ampliar su presencia en una o varias de estas dimensiones.

Las ventajas para un emprendedor de un acuerdo con una gran empresa son evidentes. Licenciando un producto, o simplemente vendiendo su *start-up* a una gran compañía, el emprendedor puede acceder a mejores canales de distribución, ampliar el ámbito geográfico de su empresa y minimizar los riesgos que suponen los cambios en el mercado cuando se tiene un único producto en el catálogo (como acostumbra a suceder en el caso de muchas iniciativas emprendedoras).

El sector de las tecnologías médicas en Cataluña tiene un potencial extraordinario, y no ser capaces de ver y explotar este potencial puede resultar muy perjudicial para el desarrollo de nuestro país. Todos los agentes que intervienen en el sector deben hacer un esfuerzo para reducir la distancia entre las ideas y su ejecución, entre los profesionales sanitarios y los inversores, y entre la concepción fundamentalmente asistencial que hay de la profesión médica y una nueva visión del médico como líder de la innovación en el sector de las tecnologías médicas.

En los próximos años surgirán muchas oportunidades y conviene que todos nos esforcemos en apoyar a los médicos y a los investigadores con espíritu emprendedor y, al mismo tiempo, en defender sus derechos en todo este proceso.

Por primera vez, Cataluña disfruta de una posición interesante en el entorno de la biotecnología y la innovación

## Cuadro 8. Impacto económico del sector de las tecnologías médicas

### Mercado global

- Volumen de negocio de 187 billones €
- 20.000 empresas en todo el mundo
- Tasa de crecimiento anual del 5%

### Estados Unidos

- Predominancia del mercado inorteamericano (42% del mercado global)
- Alta concentración: 10 empresas controlan el 90% de la facturación
- Gran número de empresas con ingresos inferiores a 3,3 millones €
- Inversión en I+D del 11%
- Ventas totales: 98 billones €

### Europa

- 33% del mercado global (2º después de EE.UU.)
- Ventas totales: 63,6 billones €
- 435.000 puestos de trabajo
- 11.000 empresas (80% de pymes)
- 6,8% del total del gasto sanitario (-0,55% del PIB)
- Gasto en I+D de hasta 3,8 billones €
- Exportadores mayoritarios: Alemania, Irlanda, Francia y Reino Unido

### Estado español

- 8,3% del mercado europeo
- 1.700 empresas
- 6.000 millones € de facturación
- 1.500 millones € en exportaciones y 3.700 millones € en importaciones
- 30.000 puestos de trabajo

### Cataluña

- 40% del mercado español
- 200 empresas
- 5.000 puestos de trabajo
- 1.200 millones € de volumen de negocio
- Presencia de empresas multinacionales
- 90% del sector concentrado en el área metropolitana de Barcelona
- 70% de la demanda procede del sistema sanitario público

Fuente: elaboración propia de Biocat a partir de *An Introduction to Medical Technology Industry*, EUCOMED, 2009, y *Memoria Anual Fenin*, FENIN, 2008.

sanitaria. Es trabajo de todos no desaprovechar esta oportunidad y contribuir a situar nuestro país como referente europeo. Por eso nos resulta necesario el impulso y el compromiso de todos.





---

# IB09

Análisis de empresas  
y de centros de investigación



# 5. Introducción a los resultados

**E**l objetivo de este análisis es obtener, de la manera más precisa posible, la visión del estado del arte en el sector de la biomedicina, la biotecnología y las tecnologías médicas en Cataluña, teniendo en cuenta toda la diversidad de entidades y organizaciones que forman parte del mismo.

En este primer informe se colocarán los cimientos para que en sucesivas ediciones se puedan hacer análisis evolutivos y de tendencias con indicadores que permitan identificar carencias y, por tanto, definir estrategias para solucionarlas.

El sistema de investigación pública en los ámbitos de la biotecnología, la biomedicina y las tecnologías médicas en Cataluña es complejo y de amplio alcance. Lo configura un importante número de centros, grupos de investigación, hospitales y otras entidades con numerosas interrelaciones. Dada esta complejidad, Biocat ha optado por hacer una primera aproximación al sistema público de I+D+i evaluando los centros de investigación y mencionando el resto de entidades del sistema y su peso específico en el apartado siguiente, así como incluyendo un análisis agregado de los grupos de investigación y del entorno universitario en el capítulo 8.

Por este motivo, el apartado de resultados se ha diseñado previendo una evaluación de las entidades integrantes de la BioRegión mencionadas, estructurado como sigue:

- Tipo de organizaciones de la BioRegión de Cataluña
- Análisis de las empresas
- Análisis de los centros de investigación
- Consideraciones finales

Otro punto que cabe detallar antes de adentrarse en el análisis propiamente dicho, es la subdivisión que a menudo se hará por subsectores de actividad, diferenciando entre biotecnología roja (aplicaciones médicas y sanitarias), biotecnología verde (agroalimentaria y medioambiental),

Tabla 5. Clasificación de los subsectores de actividad

<b>Biología Roja</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Descubrimiento / desarrollo de fármacos</li><li>• Diagnóstico</li><li>• Productos terapéuticos</li><li>• Fabricación de fármacos</li><li>• Salud animal</li></ul>
<b>Biología Verde</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Agroindustrial</li><li>• Industria alimentaria</li><li>• Medio ambiente</li><li>• Acuicultura</li></ul>
<b>Biología Blanca</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Biomateriales</li><li>• Bioprocesos</li><li>• Química fina</li><li>• Biocombustibles</li><li>• Biorremediación</li></ul>
<b>Tecnologías Médicas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diagnóstico <i>in vitro</i></li><li>• Diagnóstico por la imagen</li><li>• Dispositivos médicos</li><li>• Electromedicina</li></ul>

biotecnología blanca o industrial y tecnologías médicas, siguiendo el criterio definido en la introducción sobre los colores de la biotecnología. Estos subsectores de actividad se han definido de acuerdo con los criterios agrupados desglosados en la Tabla 5.

Para elaborar este apartado de resultados del *Informe Biocat* se ha partido de dos fuentes principales de datos: los registros contenidos en el propio *Directorio Biocat* y los resultados de la encuesta enviada a un grupo significativo de integrantes de la BioRegión de Cataluña. En algunos puntos, varias entidades de la Administración catalana han cedido datos agregados, como se indica explícitamente cuando es el caso.

La encuesta base de este estudio se envió en junio de 2009, y se invitó a participar a 368 entidades (empresas, centros e institutos de investigación y centros tecnológicos, principalmente), con un porcentaje de respuestas del 58,32%, que se desglosa de la manera siguiente:

- **Empresas:**

Encuestas enviadas:	<b>320</b>
Encuestas respondidas:	<b>108</b>
Participación:	<b>33%</b>

- **Centros de investigación, institutos de investigación hospitalarios y centros tecnológicos:**

Encuestas enviadas:	<b>48</b>
Encuestas respondidas:	<b>40</b>
Participación:	<b>83%</b>

Estos porcentajes de participación implican que, en algunos casos, el análisis que se puede realizar es más cualitativo que cuantitativo.

En este punto se quiere agradecer, a todas las entidades que han participado, el esfuerzo dedicado para hacer posible este informe y recordar el compromiso adquirido de tratar todos los datos de manera agregada.

En próximas ediciones del informe, se prevé hacer extensiva la encuesta a la totalidad de los integrantes de la BioRegión y hacerlo de manera coordinada con otras entidades de la Administración catalana. Esperamos también que el potencial analítico de este informe impulse la colaboración de todas las entidades y que aumente significativamente el porcentaje de respuestas, para obtener indicadores fiables que permitan establecer políticas colectivas sólidas.

## 6. Tipos de organizaciones de la BioRegión

**E**n este capítulo se pretende obtener el detalle de los tipos de organizaciones que conforman lo que de manera coloquial se denomina *sector* a partir del *Directorio Biocat*. Es decir, los representantes de la triple hélice —empresas, entidades e instituciones de investigación, y organizaciones de apoyo y Administración— que conforman la BioRegión de Cataluña.

El análisis del *Directorio Biocat* pone de manifiesto (Figura 5) una importante representación de empresas, en concreto 358 (un 41% de los registros del Directorio), que trabajan tanto en investigación como en desarrollo de productos biotecnológicos, y en tareas de apoyo o relacionadas con el sector.

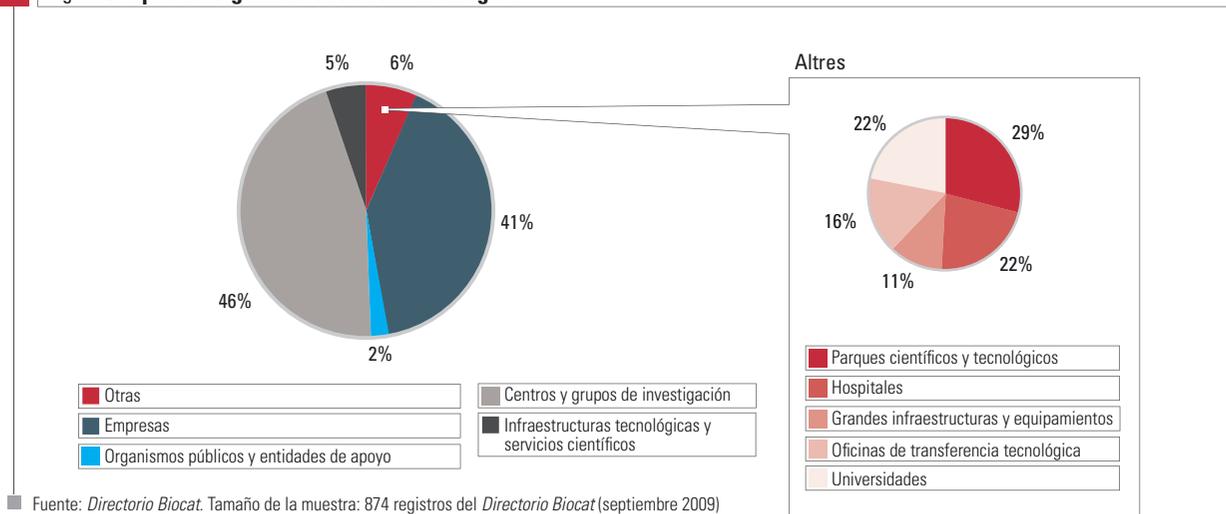
Entre las que se dedican a investigación, se pueden destacar los siguientes grupos:

- 65 empresas biotecnológicas
- 70 empresas farmacéuticas
- 60 empresas de tecnologías médicas
- 27 empresas de química fina

En un número ligeramente superior, la proporción de entidades públicas que se dedican a I+D+i en Cataluña representa el 57% del total de organizaciones del sector. Este porcentaje corresponde a la suma de los centros y grupos de investigación (399 registrados en el Directorio de la BioRegión, un 46% de las entidades), de las 47 infraestructuras tecnológicas y de servicios científicos, y de una serie de entidades, agrupadas en la Figura 5 bajo el epígrafe “Otras”, que se detallan a continuación:

- 17 parques científicos y tecnológicos
- 12 hospitales
- 12 universidades
- 6 grandes infraestructuras

Figura 5. Tipos de organizaciones de la BioRegión



Cabe señalar que el *Directorio Biocat* solo incluye los hospitales que tienen actividad de investigación y no los que solo tienen actividad asistencial, lo cual explica que sean pocos en números absolutos.

Las entidades con actividad de apoyo no relacionada con empresas (oficinas de transferencia tecnológica [OTT] y organismos públicos) suponen poco más del 2% de la muestra.

Vale la pena recordar aquí, para compararlas, las dimensiones de algunos de los clústers maduros mencionados en la introducción, como el ERBI (Cambridge, Reino Unido), que agrupa a 370 miembros entre empresas farmacéuticas, biotecnológicas y de tecnologías médicas; la Medicon Valley Association (Copenhague, Dinamarca), que incluye 473 empresas, 10 universidades y 33 hospitales; y en Alemania, la BioTec Region München (BioM), que incluye 160 empresas, 3 Institutos Max Planck, 4 universidades y 2 hospitales, y el BioTOP Berlin, que agrupa a 300 empresas, 5 universidades y 20 centros de investigación. Finalmente, el GIP Genopole, que tiene la mayor concentración de empresas biotecnológicas de Francia, agrupa 69 empresas, 20 laboratorios de investigación académica y 19 infraestructuras compartidas, según datos extraídos de sus respectivas páginas web.

Cabe destacar en este capítulo que las entidades que se denominan como “otras” mencionadas anteriormente son críticas para la existencia de un sector basado en el conocimiento y representan un volumen importante de la investigación en la BioRegión, por lo que a continuación se comentan los aspectos más relevantes.

Para un bioclúster, tanto las universidades como los hospitales son agentes críticos como proveedores de conocimiento, proyectos de investigación y de capital humano preparado.

Las universidades tienen una triple función: académica, de investigación y de innovación, entendida ésta como transferencia de tecnología. En Cataluña hay siete universidades públicas y tres privadas que realizan estas tres actividades en el ámbito de ciencias de la vida. La más antigua es la Universitat de Barcelona, fundada en el siglo XV, con seis campus asociados a estas actividades de transferencia de tecnología, que se llevan a cabo en colaboración con la Fundació Bosch i Gimpera, que maneja unos 15.000 proyectos de investigación y contratos. La más nueva de estas instituciones es la Universitat Pompeu Fabra, creada

en 1990. Como ejemplo de su implicación en la investigación europea de alto nivel, en conjunto las universidades catalanas están entre las entidades con más participación en el 7º Programa Marco de la Unión Europea (UE), con 13 proyectos liderados durante el primer año de funcionamiento de este programa (Consejo Interuniversitario de Cataluña, marzo de 2008). No es objeto de este informe dar una explicación exhaustiva de las particularidades de cada una de las universidades, pero sí se analiza, en el apartado 8.5, el número de estudiantes y titulados en los diferentes grados, para conocer las futuras generaciones de profesionales que harán crecer el sector.

En cuanto a los hospitales catalanes, su implicación en la investigación clínica en colaboración con la industria es un factor clave en Cataluña. Según datos de 2008 recogidos en el *Proyecto BEST* (Farmaindustria, 2009), los hospitales catalanes participan en más de 1.800 ensayos de los cerca de 7.000 realizados en todo el Estado español. Estos ensayos son mayoritariamente de fase III (58%), seguidos de los de fase II (24%) y solo alrededor del 4% son de fase I. Según el informe mencionado, la investigación clínica en Cataluña tiene un peso claramente superior al que le correspondería por población, con una tasa de reclutamiento de pacientes superior y con un tiempo de reclutamiento y de tramitación de documentación menor que en el resto del Estado español. Todo ello sin olvidar el interés creciente de los hospitales catalanes en investigación básica y translacional, reconocido por el Instituto Carlos III en 2009, que ha acreditado, de acuerdo con la Ley de Cohesión y Calidad del Sistema Nacional de Salud (16/2003 del 28 de mayo), cuatro centros catalanes (Instituto de Investigación Hospital Universitario de la Vall d'Hebron, Instituto de Investigación Biomédica de Bellvitge, Instituto de Investigación en Ciencias de la Salud Germans Trias i Pujol y el Instituto de Investigaciones Biomédicas August Pi i Sunyer), de un total de cinco en todo el Estado español, como líderes en aproximación de la investigación básica a la clínica.

Según datos del Instituto Catalán de la Salud (ICS) de 2007 (disponibles en su web), en la actividad de investigación trabaja una red de centros que dispone de un equipo humano de 2.372 profesionales, que se ha traducido en 1.793 publicaciones —con un factor de impacto global de 6,189 y un factor de impacto medio de 3,45—, en 696 proyectos de investigación y con una financiación de más de 56 millones de euros. Las principales áreas científicas en las que destacan los institutos de investigación del ICS

son neurociencias, patología infecciosa y trasplantes, enfermedades infecciosas, crónicas y degenerativas, epigenética, biología del cáncer, epidemiología y salud pública, entre otras.

Otro elemento clave en un bioclúster es la existencia de parques científicos y tecnológicos. Este tipo de entidad es vital como interfaz entre las entidades generadoras de conocimiento y las iniciativas empresariales de nueva creación, ofreciendo servicios científicos técnicos altamente especializados y espacios de incubación de empresas y oficinas de transferencia de tecnología (OTT).

En Cataluña hay nueve parques científicos y tecnológicos con actividades en ciencias de la vida (Figura 6), localizados mayoritariamente en el área metropolitana de Barcelona. El más antiguo, fundado en 1997, si bien no entró en funcionamiento hasta 2001, es el Parque Científico de Barcelona (PCB), y después han surgido nuevos parques con actividades diferentes: el Parque de Investigación Biomédica de Barcelona (PRBB), más centrado en la investigación básica, y el Parque de Investigación de la UAB (PRUAB), fundado en 2005. Pero también se están consolidando infraestructuras de este tipo alrededor de las universidades de Lleida (Parque Científico y Tecnológico Agroalimentario de Lleida, PCI-TAL), de Girona (Parque Científico y Tecnológico de la Universitat de Girona) y de Tarragona (Parque Científico y Tecnológico de Tarragona y Tecnoparc-Parc Tecnològic del Camp, en Reus) por su efecto tractor de centros de investigación aplicada y de incubación de empresas. Estos parques están asociados a la XPCAT (Red de Parques Científicos y Tecnológicos de Cataluña).

### **Cataluña dispone de todos los tipos de organización necesarios para ser líder en Europa en biotecnología, biomedicina y tecnologías médicas**

Finalmente, tenemos que hablar de las grandes infraestructuras, que son un polo de atracción de empresas, de grupos científicos de alto nivel y de capital humano. En Cataluña, la Generalitat reconoce nueve grandes infraestructuras, de las que ocho tienen actividad en este sector en mayor o menor grado. Éstas son:

- MareNostrum
- Centro de Supercomputación de Cataluña
- Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE)
- Haz de Luz BM16 (ESRF)
- Laboratorio de Luz Sincrotrón Alba (CELLS)
- Laboratorio de Resonancia Magnética Nuclear
- Laboratorio de Genética Molecular – Centro de Regulación Genómica
- Sala Blanca del Centro Nacional de Microelectrónica

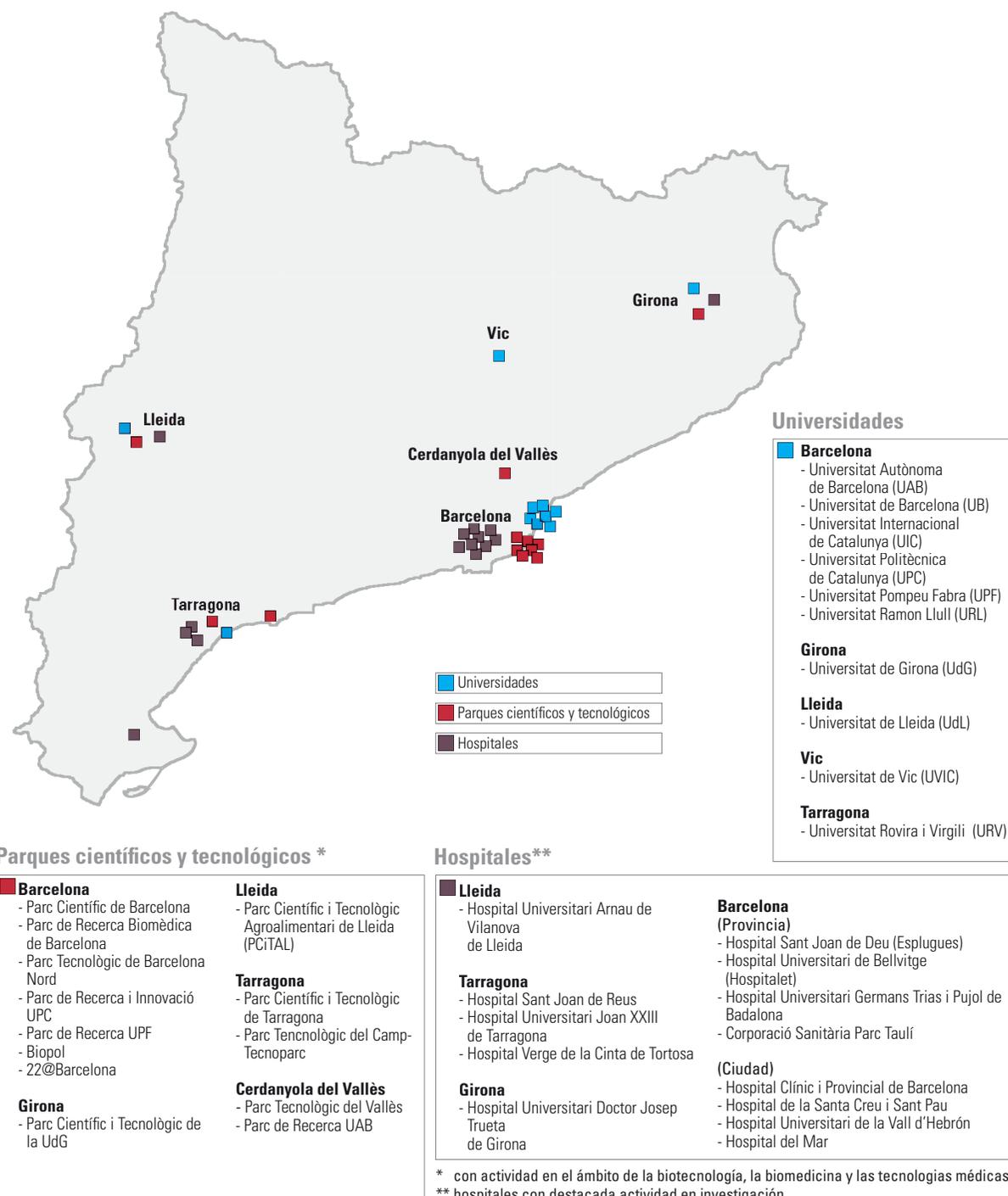
Recientemente, la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) publicaba una entrevista con los responsables del CERN Large Hadron Collider (LHC) (*CERN and Innovation*, 2008), en la que se evaluaba el impacto que ha tenido su construcción, al que deberá añadirse lo que generará en negocio y en nuevos conocimientos. Así, pues, durante su construcción participaron 630 compañías, a las que se hizo una encuesta sobre qué les había aportado participar en el proyecto: el 30% había desarrollado nuevos productos, el 17% había establecido nuevos mercados y el 14% había creado nuevas unidades de negocio.

En Cataluña, el MareNostrum, ubicado en el Barcelona Supercomputing Center (BSC), ha supuesto la realización 1.200 proyectos en 4 años, el 26% de los cuales ha sido de ciencias de la vida, entre ellos el programa conjunto de investigación con el IRB (Instituto de Investigación Biomédica de Barcelona). Según su memoria de actividades, el BSC ha incrementado su personal de 200 a 320 profesionales durante 2008, debido principalmente a colaboradores e investigadores extranjeros y al incremento en proyectos de investigación. El presupuesto de 2008 fue de 23,9 millones de euros, de los que 9,2 millones proceden de proyectos competitivos (23 proyectos financiados por la UE, 30 con la industria y 30 nacionales).

Y para poner un ejemplo en construcción tenemos el Sincrotrón Alba, en el entorno de la UAB, que debe entrar en funcionamiento en 2010 y que ocupará 22.870 m<sup>2</sup>. En su entorno se han reservado un millón de m<sup>2</sup> para el parque científico y de investigación, pero alrededor también habrá espacio para usos productivos, espacios residenciales y equipamientos.

Es decir, en números absolutos de tipos de organizaciones, queda claro que Cataluña está bien posicionada en el ámbito europeo. Otra cuestión es ya el grado de madurez de la BioRegión que se desprende del análisis de la actividad de las organizaciones que la integran como iremos viendo a continuación.

Figura 6. Distribución geográfica de las universidades, los hospitales, los parques científicos y tecnológicos de Cataluña\*/\*\*



\* con actividad en el ámbito de la biotecnología, la biomedicina y las tecnologías médicas  
 \*\* hospitales con destacada actividad en investigación

# 7. Análisis de empresas

Los datos que se reflejan en este capítulo proceden del cuestionario enviado a las empresas por Biocat (junio de 2009), excepto en casos concretos, en los que se indica la procedencia.

Número de empresas que se ha invitado a participar: **320**  
Encuestas contestadas: **108**  
Participación: **33%**

Este porcentaje de participación obliga a ser cuidadosos a la hora de sacar algunas conclusiones, pero permite hacer un primer análisis muy valioso de lo que se está haciendo en la BioRegión de Cataluña.

## 7.1 Visión general

Como punto de partida del análisis, se da una visión de los subsectores de actividad (colores de la biotecnología) en los que se distribuyen las empresas, su antigüedad, su origen y distribución geográfica y quién las promueve; además, se examina también la existencia y el tipo de empresas de apoyo.

Un rasgo que hay que tener en cuenta a la hora de interpretar los resultados es que muchas empresas se dedican a más de una actividad, hecho característico del sector, lo cual da lugar a respuestas múltiples.

### Subsectores de actividad

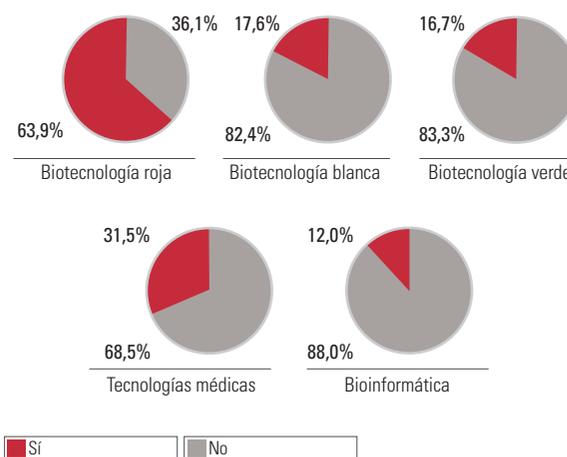
Según los subsectores de actividad (Figura 7) se observa que la gran mayoría de las empresas catalanas examinadas realiza actividades relacionadas con el sector de la salud, entendido como el conjunto de biotecnología roja (64%) y tecnologías médicas (32%). Este elevado número

se debe, entre otras razones, a la potente apuesta por la biomedicina desde la Administración catalana y estatal que se inició hace unos 10 años y que permitió impulsar la investigación en centros e instituciones, de las que en parte han surgido las empresas más jóvenes.

Debe destacarse el peso relativo de la bioinformática (13%), casi equivalente a las biotecnologías verde y blanca. El impacto de la bioinformática se debe fundamentalmente a las técnicas de simulación, de predicción de genes, de modelización estructural de proteínas, a la creación de grandes bases de datos para el almacenamiento y el tratamiento de secuencias genómicas, etc. Como ya se ha mencionado en el capítulo 1 y para ser competitivos, la bioinformática ha de ser uno de los nichos crecientes de actividad.

En relación con el peso de la biotecnología blanca o industrial en Cataluña que nos indica el estudio (18%),

Figura 7. Subsectores de actividad de las empresas

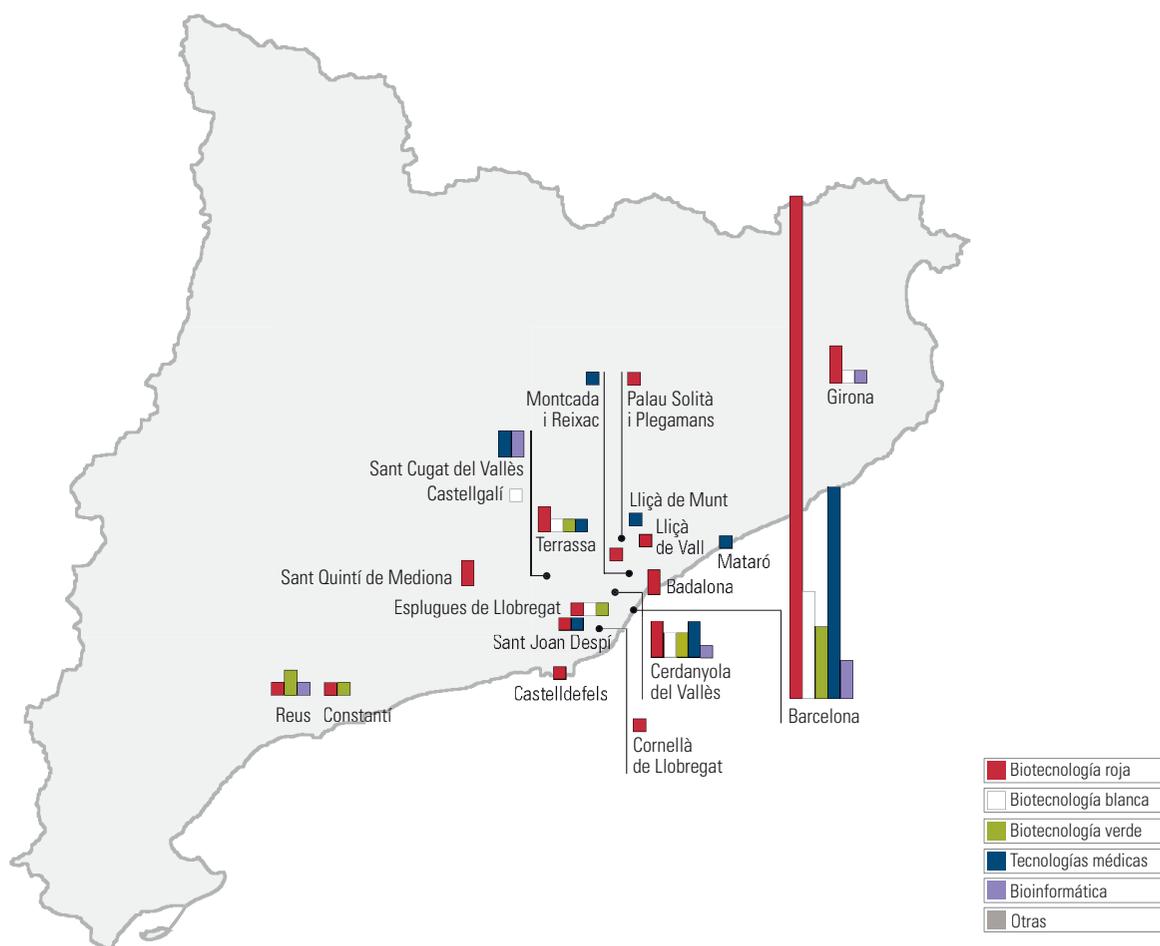


debe reconocerse que es un resultado que subestima la realidad del territorio y que se debe al sesgo de la muestra de la encuesta dirigida a empresas que conforman la BioRegión. Entre ellas, no se incluyen compañías que forman parte de muchos otros sectores industriales y que, sin embargo, como indica el artículo introductorio del Dr. Castells, emplean la biotecnología en sus procesos o productos biotecnológicos como materia prima. No obstante, si se tiene en cuenta el peso de algunas actividades (bioprocesos, kits, fabricación de algunas API, etc.) entre las empresas que sí están incluidas en la encuesta, resulta claro que la biotecnología industrial es un subsector con un gran potencial eco-

nómico, como se comenta en el apartado 7.2. Las empresas de la muestra que se incluyen bajo el epígrafe de biotecnología verde se dedican mayoritariamente a la agrobiotecnología. Se trata de empresas que se dedican principalmente a la mejora genética de plantas y semillas, y al control de plagas, si bien las que trabajan en mejora genética a menudo también tienen actividad en ámbitos biomédicos.

### Las empresas de la BioRegión realizan mayoritariamente investigación en biomedicina

Figura 8. Distribución geográfica de las empresas de la BioRegión por subsectores de actividad

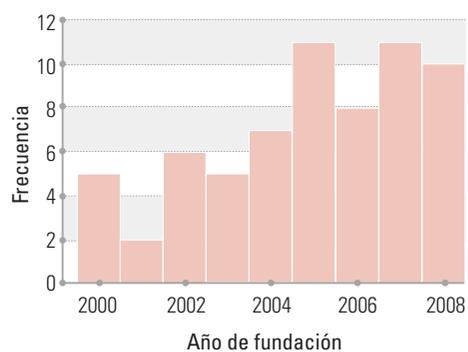
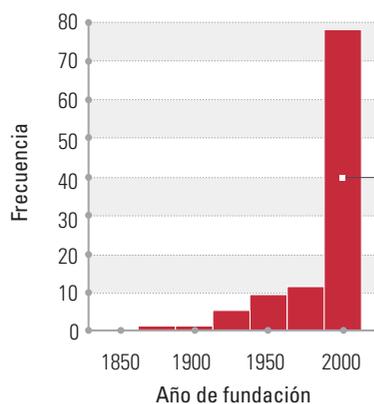


En cuanto a la distribución geográfica (Figura 8), la mayoría de las empresas, independientemente de qué subsector de actividad se analice, se concentra en el área metropolitana de Barcelona, lo cual confirma que la ciudad es un polo de atracción de progreso y negocios, como reconoce el estudio *European Cities Monitor* (Cushman and Wakefield, 2008).

### Año de fundación de la empresa

De acuerdo con la evolución industrial en Cataluña, las primeras empresas aparecen a finales del siglo XIX, con un peso relevante de las que se dedican a la química (Figura 9).

Figura 9. Año de fundación de las empresas de la BioRegión de Cataluña



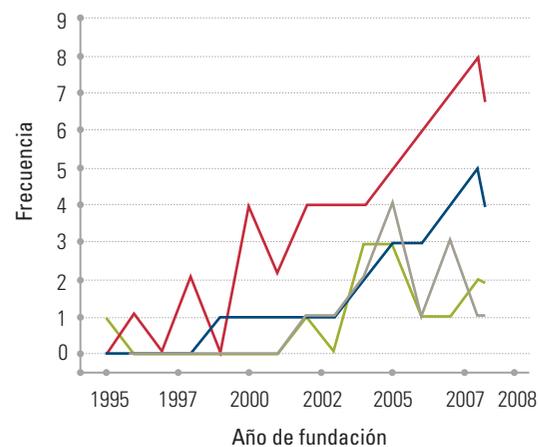
Pero no es hasta los años 50 que se produce el *boom* de las químicas farmacéuticas de origen catalán y de las primeras aperturas de sus comerciales y de investigación clínica de las multinacionales del sector en Cataluña.

En lo relativo a las empresas de tecnologías médicas, su actividad empieza también hace 40-50 años, mientras que alguna empresa de las que ahora se consideran de biotecnología industrial o blanca empezó su actividad en los años 80.

A partir del año 2000 (Figura 10), se produjo un estallido de creación de empresas en el sector, mayoritariamente de biotecnología roja. Más del 50% de las empresas de este subsector ha nacido en estos últimos nueve años y, especialmente, a partir de 2005, con un pico importante de las de biotecnología blanca y un número significativo de nuevas empresas de tecnologías médicas.

El porqué de este impulso a partir del año 2000 se puede atribuir principalmente a tres factores. En los años 2002-2004, fue clave la actividad del CIDEM (actual ACC1Ó), con la puesta en marcha de ayudas específicas a la creación de empresas o dinamización de trampolines tecnológicos y

Figura 10. Fundación de las empresas según los subsectores de actividad



la Red IT. Por otro lado, la entrada en funcionamiento del Parque Científico de Barcelona, en 2001, con su incubadora empresarial, ofreció un entorno favorable para el nacimiento y crecimiento de nuevas compañías biotecnológicas, tal y como refleja el incremento que se ve en los años 2004-2008. Y, finalmente, llegó la ola de impulso al sector que se había iniciado unos años antes en Europa con la creación de diferentes parques científicos, que en muchos lugares funcionaron como polos creadores del clúster, como el Parque de Heidelberg (1985), el Cambridge Science Park (1970), que es el más antiguo del Reino Unido, o el Bioparc de Genopole (1998), en Francia, como ejemplo más reciente.

Este crecimiento continúa en los años 2006 y 2007. Cataluña fue la comunidad autónoma más dinámica del Estado español en creación de nuevas empresas en el ámbito biotecnológico, con una media de creación de 10 nuevas empresas por año, según los correspondientes informes de Asebio.

### Origen de la empresa

En cuanto al origen de estas empresas, se observa que aproximadamente la mitad (54%) surge de la iniciativa empresarial, como *spin-out* de una empresa farmacéutica principalmente (Figura 11).

La otra mitad de las empresas tiene su origen en el ámbito de la investigación pública, mayoritariamente en la universidad (18%). Cuando se combina la variable del origen de la empresa con el año de fundación, se observa que un 25% de estas últimas se ha creado alrededor de 2004. Esto refleja el efecto de las políticas que inició la universidad en esta dirección, mediante la creación de infraestructuras de apoyo (oficinas de transferencia tecnológica), programas de promoción de la creación de empresas y fomento de la innovación.

Hay que destacar la presencia todavía minoritaria de empresas que nacen del entorno hospitalario o de institutos de investigación en el área médica (5%), movimiento que se inicia en 2005. Las barreras de tipo legal (normativa de in-

**El 54% de las empresas de nueva creación surge como *spin-off* empresariales**

Figura 11. Origen de la empresa por tipo de entidad impulsora

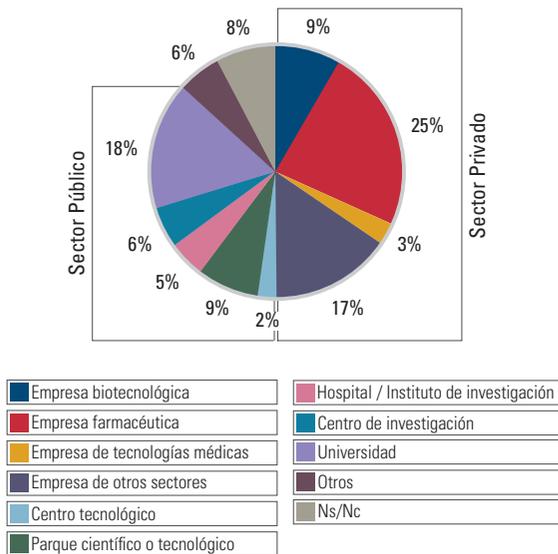
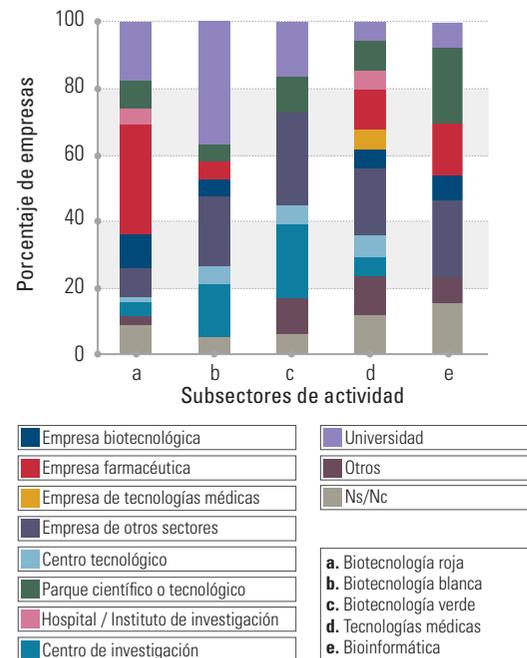


Figura 12. Origen de la empresa por subsectores



compatibilidades de acuerdo con la Ley 7/2007 del Estatuto Básico del Empleado Público), la falta de un marco regulador de la innovación, las incompatibilidades de la doble actividad académica y asistencial de muchos profesionales y una falta de impacto en la carrera profesional del número de patentes y licencias son algunas de las posibles causas de este reducido porcentaje.

Las empresas procedentes de centros tecnológicos (2%) también son muy escasas y fundadas en 2003, sin que se haya producido la aparición de nuevas empresas en el ámbito biomédico en los últimos años, según la muestra evaluada.

Si se cruza la información sobre el origen de las empresas con el subsector de actividad (Figura 12), se comprueba que la mayoría de empresas de biotecnología roja han sido creadas por una empresa farmacéutica o por una universidad, lo cual reafirma la reducida aportación que generan todavía los hospitales. Por otro lado, las empresas de tecnologías médicas proceden también de la iniciativa empresarial, pero la mayoría de compañías vienen de otros sectores industriales tradicionales que han visto en el sector biomédico un potencial de negocio, como se menciona en el capítulo 4.

En cambio, son mayoritariamente de origen público las empresas de biotecnología blanca, promovida desde la universidad y con una fuerte concentración en los temas de bioprocesos, y las de bioinformática, procedentes mayoritariamente de los parques científicos.

Figura 13. Número de promotores de las empresas de la BioRegión



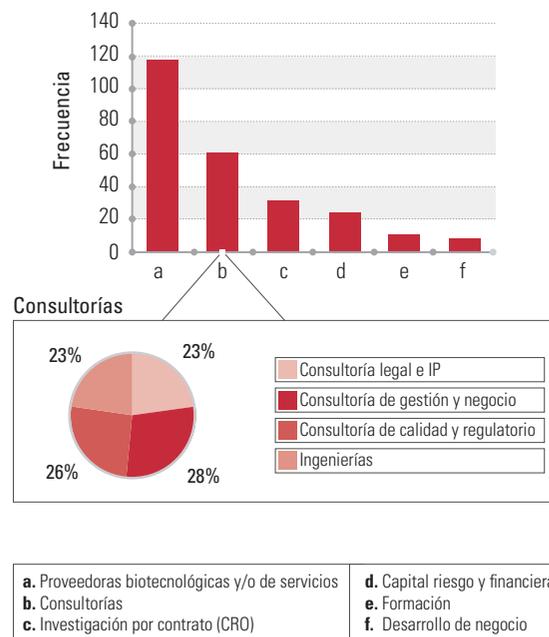
## Número de promotores

Una característica común de todas estas empresas es que tienen un reducido número de promotores (Figura 13). Mayoritariamente surgen por iniciativa de entre 1 a 4 personas. La formación y posición dentro de la empresa de este equipo inicial se describirá en el apartado 7.5.

## Empresas de apoyo o relacionadas

En el tejido de la BioRegión, además de las empresas analizadas hasta ahora, hay también un conjunto de empresas de apoyo a las que no se ha dirigido específicamente la encuesta o de las que la encuesta captura solo la actividad principal, sin entrar en los servicios de proveedor que ofrecen. Estas actividades las realiza cerca del 50% de las empresas registradas en el *Directorio Biocat*. Estas compañías son principalmente proveedores técnicos y consultorías (Figura 14). El análisis pone de manifiesto también el reducido número de empresas de capital riesgo que in-

Figura 14. Empresas de apoyo al sector



vierten en el mundo biomédico y también las pocas compañías de desarrollo de negocio que trabajan en él, lo cual reafirma las tendencias comentadas en la introducción y la necesidad de aumentar el número de profesionales de la gestión de la biomedicina y de analistas especializados.

Bajo estas líneas se anexa un gráfico en el que se representan algunas de las empresas de capital riesgo que invierten en este sector en Cataluña, posicionadas según la fase de inversión a la que están orientadas.

**Cuadro 9. Selección de gestoras de capital riesgo de la BioRegión que operan en el sector**



a. BBAA*: de 50.000 a 400.000 €	d. Serie 2/B: de 10.000.000 a 20.000.000 €
b. Semilla: 300.000 - 700.000 €	e. Serie 3/C: aprox. 30.000.000 €
c. Serie 1/A: de 1.500.000 a 4.000.000 €	

Fuente: Metasbio y elaboración propia \*Business Angels

### En resumen

Se observa una preponderancia de empresas dedicadas a la biomedicina (biotecnológicas, farmacéuticas y de tecnologías médicas), la mayoría de creación muy reciente e impulsadas por un número reducido de promotores, procedentes principalmente de entornos empresariales y universitarios y localizadas preferentemente en el área metropolitana de Barcelona. Existe un tejido empresarial de apoyo en el que son todavía escasas las empresas altamente especializadas de capital riesgo y desarrollo de negocio, en consonancia con la juventud del sector. De manera destacable, se detecta un interés creciente en la bioinformática.

## 7.2 Área principal de actividad

Para tener definido el modelo comercial del sector, en cuanto a las empresas objeto del análisis, se ha evaluado a qué actividad dentro del sector se dedican mayoritariamente, en qué parte de la cadena de valor se centran, si esta actividad la realizan internamente o la externalizan, qué modelo de negocio tienen para llevarlas a cabo y las prioridades futuras.

### Actividad principal

Según los gráficos anexos (Figuras 15 y 16), vuelve a visualizarse la preponderancia que se ha visto anteriormente de las actividades consideradas biotecnología roja. Dentro de esta, el 41% de empresas tiene actividad de investigación y desarrollo de fármacos. En tecnologías médicas, la actividad más destacada entre las empresas encuestadas es la de fabricación de dispositivos médicos (17%).

En biotecnología blanca, la generación y optimización de bioprocesos supone un 8% de la actividad, que realizan sobre todo que las pequeñas biotecnológicas. Debemos señalar que para la aplicación de estos bioprocesos en el desarrollo de fármacos falta capacidad de producción a escala semiindustrial de acuerdo con el estándar GMP (*Good Manufacturing Practices*), imprescindible para llegar a la fase clínica.

La química fina es un tejido industrial clave en Cataluña, pero solo representa un 7% de la BioRegión cuando tenemos en cuenta su actividad de fabricación de API (*Active Pharmaceutical Ingredient*) recogida por la encuesta. Sin embargo, estimamos que su incidencia está subestimada, porque muchas empresas han contestado desde la vertiente farmacéutica y no teniendo en cuenta la producción de API. En su conjunto, el sector de la química fina en Cataluña está formado por 27 empresas, que representan el 80% del sector del Estado español, e incluye organizaciones patronales como Afaquim, Fedequim y Feique. Su importancia la demuestra la organización cada dos años de la feria Expoquimia. Muchas de estas compañías pertenecen a grupos farmacéuticos y están ubicadas alrededor de Barcelona, con alguna destacada excepción (Medichem, en Girona). Este grupo de empresas factura unos 900 millones de euros al año, de los que el 75% es resultado de la exportación, aunque en los últimos años, a causa de la competencia de países con menores costes de produc-

Figura 15. Actividades principales de las empresas de la BioRegión

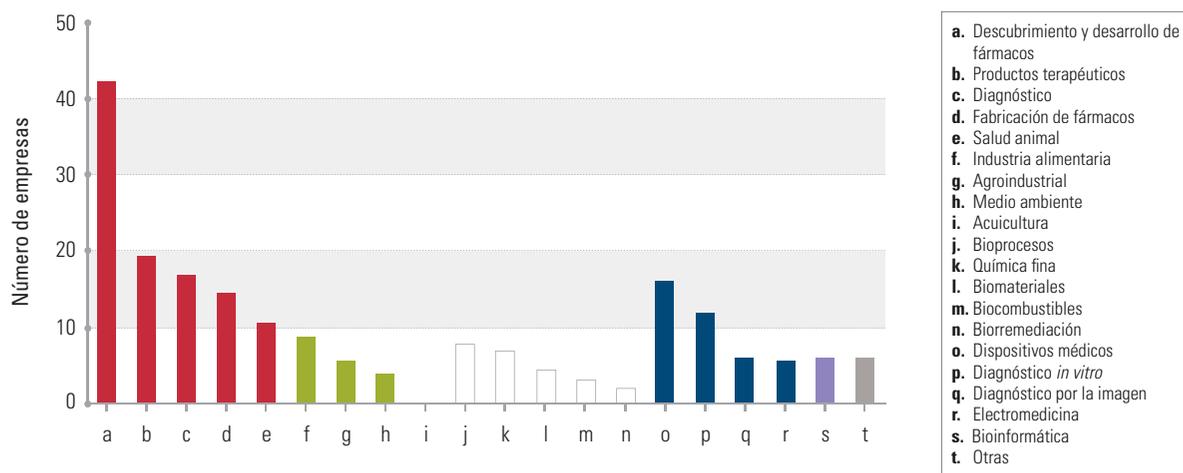
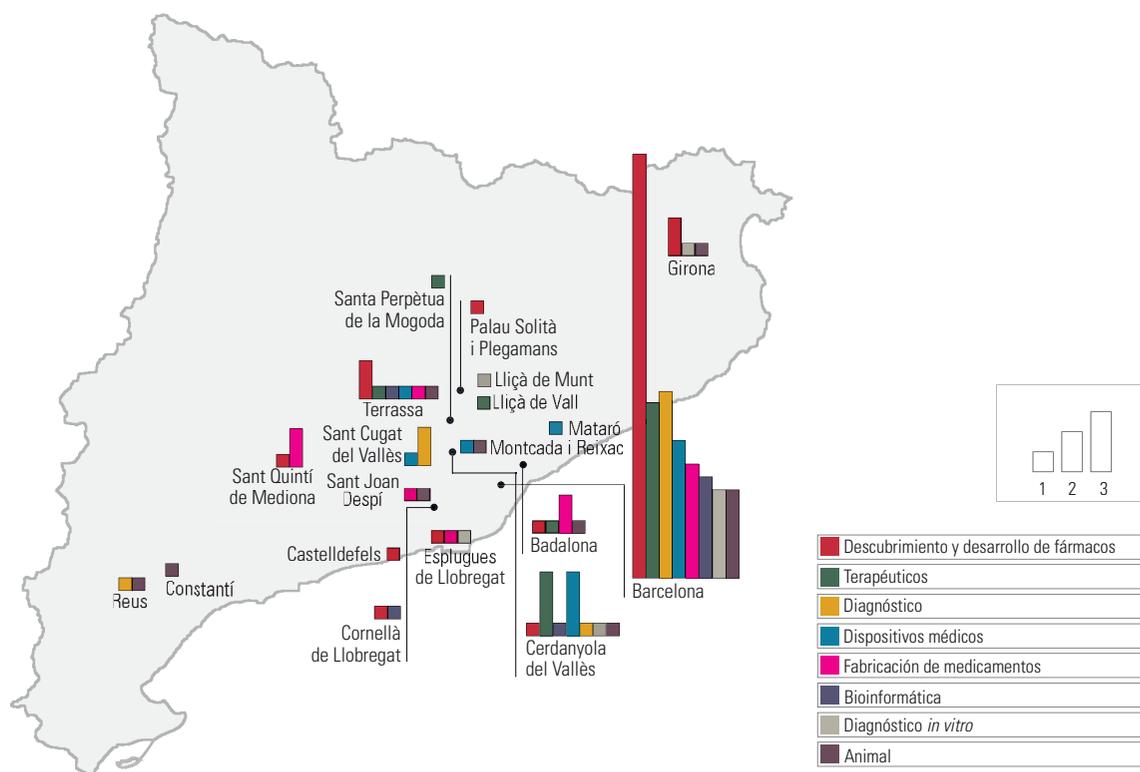


Figura 16. Distribución geográfica de las empresas según las áreas principales



ción, se calcula que la facturación por exportación se ha reducido un 6% (*El clúster catalán de la química de la salud*, Catalunya Internacional 44, 2007).

Finalmente, en biotecnología verde, la actividad principal en el conjunto de Cataluña es la producción alimentaria (9%), no destinada primordialmente al gran consumo, sino a los ámbitos de la investigación y a las aproximaciones terapéuticas (alimentos funcionales, nutracéuticos), con una concentración importante en Tarragona.

En Girona hay una presencia moderada de empresas dedicadas al descubrimiento y desarrollo de fármacos y también de diagnóstico *in vitro* y salud animal.

Cabe mencionar que la infrarrepresentación en número de empresas de la zona de Lleida se debe principalmente a la juventud de sus estructuras como el PCiTAL o el IRBLleida con investigación de alto nivel en oncología y biología de sistemas. Allí se encuentra también un centro del IRTA con expertos internacionales en agrobiología, o el primer grado en biomedicina impartido en la UdL.

### Cadena de valor de la actividad principal

En las empresas de la BioRegión se encuentran representadas todas las fases de la cadena de valor, desde la concepción de la idea hasta el lanzamiento al mercado. Es más, muchas de las empresas trabajan en varias actividades de la cadena, lo cual nos vuelve a dar un resultado de respuesta múltiple en la encuesta.

Los datos nos muestran (Figura 17) que la I+D y la comercialización son las dos etapas de la cadena de valor en las que trabajan más empresas del sector, a las que se dedica el 81% (I+D) y el 42% (comercialización) de las empresas encuestadas. Solo un 7% de las empresas trabaja en distribución, un pequeño grupo en el que se encuentran dos tipologías de empresa: las pocas que abarcan toda la cadena de valor y algunas pequeñas distribuidoras muy centradas en un tipo concreto de producto.

El análisis de las actividades sucesivas dentro de la cadena de valor (Figura 18) nos da los resultados siguientes:

- El 15% de las empresas encuestadas trabaja exclusivamente en I+D.

Figura 17. Cadena de valor de la actividad principal de las empresas

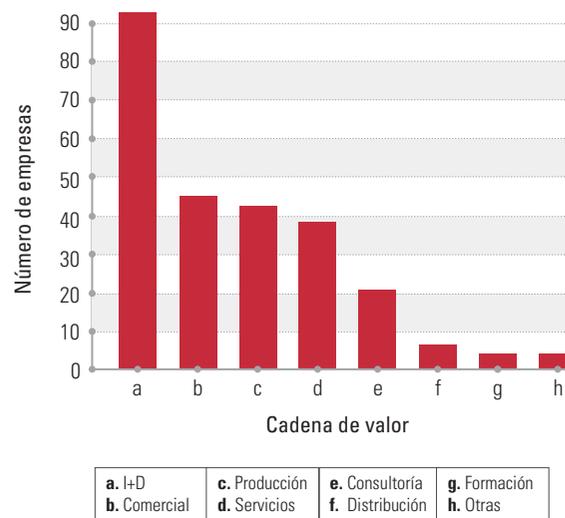
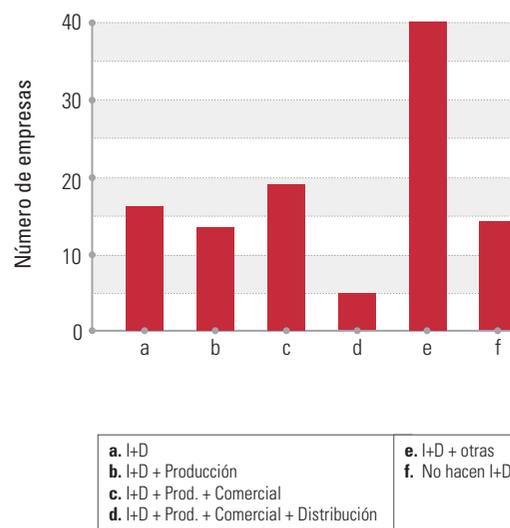


Figura 18. Actividades acumuladas de la cadena de valor de las empresas



- El 37% de las empresas combina el trabajo en I+D con actividades como servicios técnicos y consultoría (agrupadas como "otras" en los gráficos), un modelo de negocio mixto que se trata específicamente más adelante en este mismo apartado.
- Solo un 12% de las empresas combina el trabajo en I+D con producción.
- El 18% de las empresas abarca I+D, producción y comercialización del producto.
- Solo son un 5% las empresas que cubren toda la cadena de valor.

Las empresas que no se dedican a I+D son de tipologías muy heterogéneas: empresas de tecnologías médicas, algunas empresas de diagnóstico y alguna multinacional que no hace investigación en Cataluña, sino solo comercialización.

El 5% de las empresas que abarcan toda la cadena de valor trabaja, primordialmente, en los ámbitos de descubrimiento y desarrollo de fármacos, diagnóstico *in vitro*, dispositivos médicos, productos terapéuticos y salud animal. En general, se trata de empresas farmacéuticas/veterinarias —las llamadas FIPCO (*Fully Integrated Pharmaceutical Companies*)— y de empresas de tecnologías médicas más consolidadas. Aún no hay en Cataluña empresas VIPCO (*Virtually Integrated Pharma Company*), pese a ser una tendencia global, como se ha comentado en el capítulo 1.

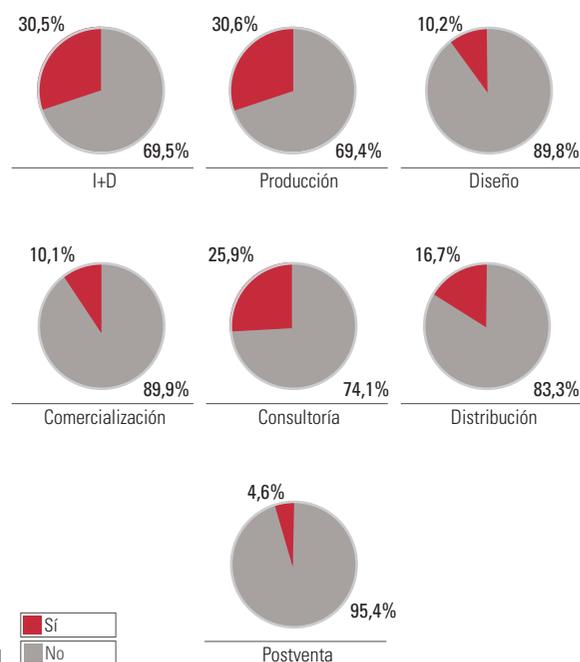
Si centramos el análisis en qué actividades de la cadena de valor se subcontrata a terceros (Figura 19), se observa que la I+D no crítica o de ensayos rutinarios, la producción y la consultoría estratégica son los servicios más externalizados (31%, 31% y 26% respectivamente). Según la encuesta del *Proyecto BEST* (Farmaindustria, junio de 2009), de los 1.001 millones de euros invertidos en I+D por la industria farmacéutica en 2008, el 39,2% fueron gastos por actividades externalizadas, subcontratadas a hospitales, universidades y centros públicos de investigación.

La demanda declarada de consultorías externas explica el elevado número de empresas de apoyo que ofrecen este servicio (apartado 7.1), así como el número creciente de CRO/CMO con actividad en la BioRegión. A esto hay que añadir un número importante de empresas que también ofrecen algunos servicios de consultoría técnica sin que ésta sea la actividad principal, entre las que destacan las dedicadas a la bioinformática y al diagnóstico por la imagen.

En el caso concreto de la fabricación de dispositivos médicos, y según estudios realizados por Biocat sobre el *contract manufacturing* en este sector, la tendencia a la subcontratación está muy centrada en determinadas etapas de la cadena de valor. Hay externalización en todas las fases que van de la producción de prototipos hasta el almacenamiento. En cambio, se mantiene dentro de la propia empresa la I+D y el diseño, que como máximo se hace en colaboración con otros centros de I+D, pero que no se subcontrata, a diferencia de las biotecnológicas o farmacéuticas, que sí subcontratan investigación. Las empresas de dispositivos médicos también gestionan internamente la distribución de series pequeñas o de productos orientados a nichos específicos, así como la comunicación.

El 42% de las empresas que declaran dedicarse a comercialización emplea diferentes canales. El 51% de las empresas tiene distribuidor propio, aunque no sea exclusivo. Este alto porcentaje se debe al peso de las grandes farmacéuticas

Figura 19. Actividades externalizadas por las empresas de la BioRegión



y de las empresas de tecnologías médicas que, como se ha comentado, externalizan poco esta actividad. El 44% de las empresas encuestadas tiene acuerdos comerciales y un 17% externaliza su distribución, y en estas dos modalidades sí se incluyen las pocas biotecnológicas que distribuyen.

### Internacionalización

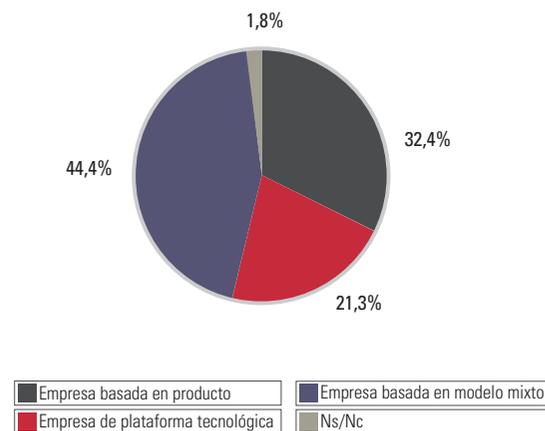
Además, las empresas declaran mayoritariamente actuar en el mercado catalán (44%), español (51%) y europeo (43%) y, ya a cierta distancia, en Sudamérica (19%). En cambio, son muy pocas las que tienen presencia en Norteamérica (11%), pese a ser el mayor mercado biomédico del mundo. Se estima que el mercado farmacéutico norteamericano mueve un volumen anual de 300.000 millones de dólares, con crecimientos del 1,4% (*IMS Market Prognosis International 2009-2013*, IMS Health, 2009), mientras que el mercado biológico movió unos 60.000 millones de dólares en 2008, con un crecimiento interanual esperado del 20% (*Biogenerics*, Generic Pharmaceutical Association, 2009) y el de tecnologías médicas mueve 98.000 millones de euros frente a los 73.000 millones de euros de Europa (*An Introduction to Medical Technology Industry*, Eucomed, 2009). Estados Unidos es también el mercado preferente para la inversión en biotecnología, con cerca de 1.400 millones de dólares, y de tecnologías médicas, que se acerca a los 900 millones de dólares anuales según datos de 2008, en un mercado global de 7.000 millones de dólares (PriceWaterhouse Coopers, MoneyTree Report, 2008).

Asia (11%) y África (3%) son también mercados minoritarios para las empresas catalanas, donde operan principalmente las multinacionales farmacéuticas o empresas muy consolidadas, y es anecdótico el número de pymes que acceden a él. Solo el 20% de las empresas declara tener presencia global.

### Modelo de negocio

En cuanto al modelo de negocio (Figura 20), el estudio muestra que casi la mitad de las empresas (44%) se basa en un modelo mixto en el que se combina el desarrollo de producto (farmacológico o de tecnologías médicas) con la oferta de servicios a terceros empleando plataformas científico-tecnológicas propias muy especializadas.

Figura 20. Modelo de negocio de las empresas de la BioRegión



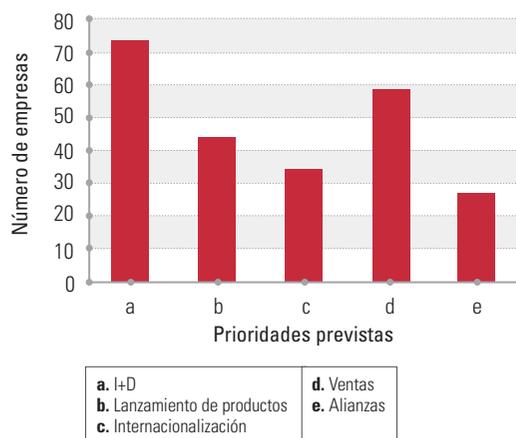
Esta preferencia por el modelo mixto permite a la empresa disponer, gracias a la venta de tecnología o servicios, de un flujo de ingresos para cubrir parte de los gastos de desarrollo de nuevos productos. No obstante, este modelo puede ser un factor de disuasión para la entrada de capital riesgo especializado, ya que la presencia de activos necesarios para la parte tecnológica del negocio determina una sobrevaloración de la empresa. Como se ha comentado en el capítulo 1, este modelo mixto se encuentra con frecuencia en entornos en los que el sector todavía está inmaduro.

**Las empresas de la BioRegión actúan principalmente en el mercado catalán y español (44% y 51%, respectivamente), en el europeo (43%) y, de forma muy minoritaria, en Estados Unidos (11%)**

### Previsiones y prioridades

Se ha preguntado también a las empresas sobre cuáles son las actividades a las que quieren dar prioridad en el futuro (Figura 21). Las respuestas son coherentes con lo que ya se había visto sobre sus ejes de actuación actuales.

Figura 21. **Prioridades previstas por las empresas de la BioRegión**



La mayoría de las compañías consultadas (68%) declara que priorizarán la I+D, mientras que un número significativo (55%) pone la comercialización entre las principales actividades que quieren impulsar.

El 34% de las empresas quiere incrementar su presencia en el ámbito internacional. El factor menos considerado es el establecimiento de alianzas (el 25% de los encuestados lo considera prioritario) y se trata, en la mayoría de los casos, de pequeñas empresas creadas recientemente; en cambio, las grandes empresas ya tienen establecidas muchas alianzas estratégicas, como se muestra en el apartado siguiente.

**Las prioridades de futuro de las empresas de la BioRegión son el impulso a la I+D (68%), la comercialización (55%) y, en menor medida, la internacionalización (34%)**

### En resumen

La gran mayoría de las empresas catalanas del sector están involucradas en actividades de descubrimiento y desarrollo de fármacos y en actividades de comercialización. Solo un conjunto reducido de empresas es capaz de abarcar toda la cadena de valor, desde la investigación inicial hasta la comercialización de un producto. Hay partes de la cadena de valor que se subcontratan a proveedores externos, sobre todo partes no críticas de la investigación.

Las empresas emplean mayoritariamente un modelo de negocio mixto, menos frecuente en bioclústers más consolidados. La penetración comercial se concentra en los mercados español y europeo y es muy escasa en Estados Unidos, mercado por excelencia de este tipo de empresas. El impulso de la I+D y de la comercialización de productos y servicios es la actividad prioritaria actual, presente en las previsiones de las compañías, pero adquiere fuerza como prioridad la internacionalización, que se plantea un tercio de las empresas encuestadas.

## 7.3 Actividades de investigación

Esta sección del informe se centra en las empresas que se dedican a la biomedicina, es decir, a la salud humana: farmacéuticas, biotecnológicas y, en menor medida, de tecnologías médicas, poco representadas en la muestra, como se ha explicado anteriormente. En concreto, se analiza en qué áreas terapéuticas se concentran la investigación, el desarrollo y la comercialización de productos que llevan a cabo estas empresas. Igualmente, se muestra en qué fases del proceso de I+D+i se centran y qué resultados obtienen, medidos en número de solicitudes de patentes. Finalmente, se evalúan las tecnologías empleadas y se analiza en qué medida estas compañías colaboran con otras empresas o entidades públicas de I+D para sacar adelante sus proyectos.

### Áreas terapéuticas

Las empresas catalanas se centran principalmente en oncología, sistema nervioso, dermatología, metabolismo y cardiología, según se desprende de la figura anexa (Figura 22).

Debido a que esta clasificación no diferencia productos que están en fase de desarrollo de los que ya se están co-

mercializando, en el gráfico siguiente (Figura 23) se han cruzado las áreas terapéuticas con las fases de I+D y de mercado.

Cuando se analiza la información de las cinco primeras áreas, se observa que en oncología, sistema nervioso, cardiología y metabolismo se encuentran representadas todas las fases de la cadena de valor, con un peso importante de la investigación en primeras fases.

En cambio, en el caso de la dermatología, que la selecciona el 31 % de las empresas encuestadas, se detecta una dualización bastante importante entre las fases iniciales de investigación y la fase de mercado. Es conocido que en Cataluña hay varias empresas farmacéuticas (Ferrer Grupo, ISDIN, Almirall) y algunas biotecnológicas (Advancell, Palau Pharma) que tienen programas de investigación —mayoritariamente aún en las fases de descubrimiento y desarrollo preclínico— en dermatitis, psoriasis y otras patologías dermatológicas. Además, en el ámbito comercial, muchas empresas farmacéuticas tienen acuerdos sobre licencias para este tipo de productos o líneas OTC (*over the counter*), razones que explican esta dicotomía. Entre las empresas asociadas a Asebio (*Informe Asebio 2008*),

Figura 22. Áreas terapéuticas de las empresas

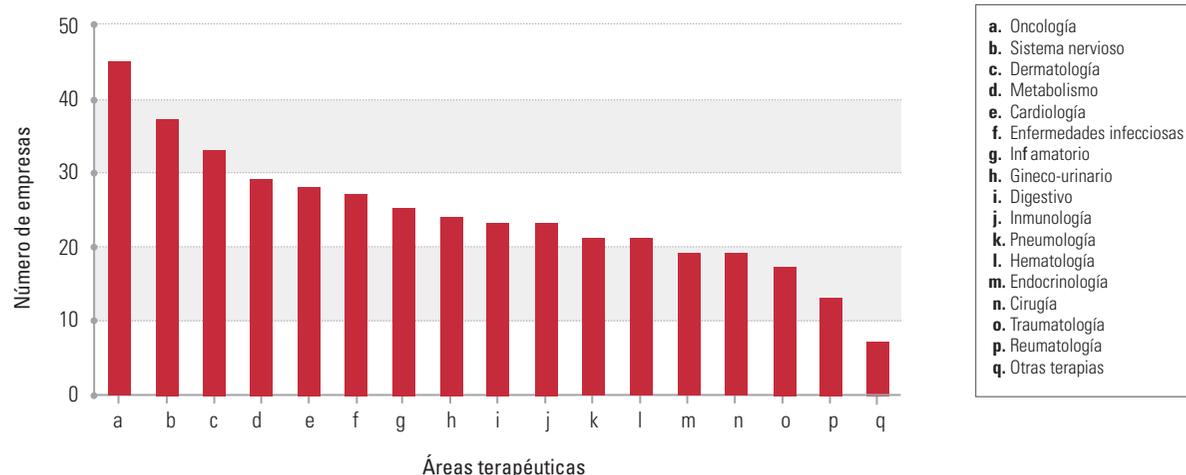
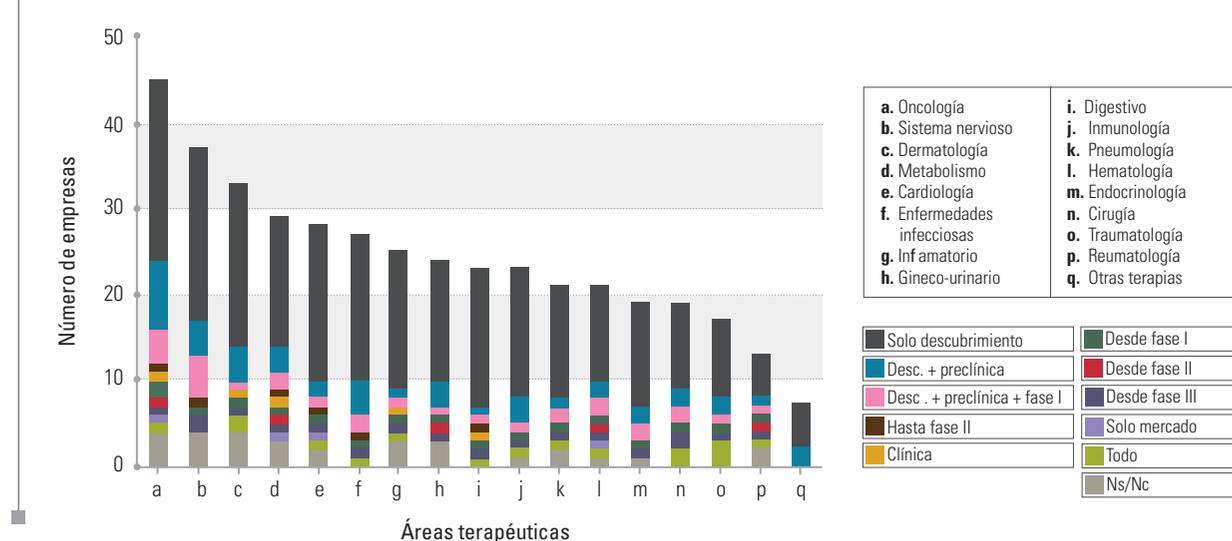


Figura 23. Áreas terapéuticas de las empresas según las fases de I+D



la dermatología representa este año el 5% de los desarrollos preclínicos y clínicos, en parte debido a que no están representadas algunas de las empresas farmacéuticas que investigan sobre el tema.

La dermatología es un mercado creciente en los países industrializados. Por ejemplo, la psoriasis se considera la patología inmune dermatológica más prevalente en adultos (*Pathogenesis and therapy of psoriasis*, Nature 2007), que genera unos gastos anuales directos de 1.800 millones de dólares, mientras que la dermatitis atópica supone un coste superior a los 1.000 millones de dólares al año, con importantes pérdidas económicas asociadas a la pérdida de productividad que ambas patologías producen, según diferentes informes de la American Academy of Dermatology.

### Cataluña es la primera comunidad del Estado español en inversión en I+D de la industria farmacéutica: 381 millones de euros en 2008

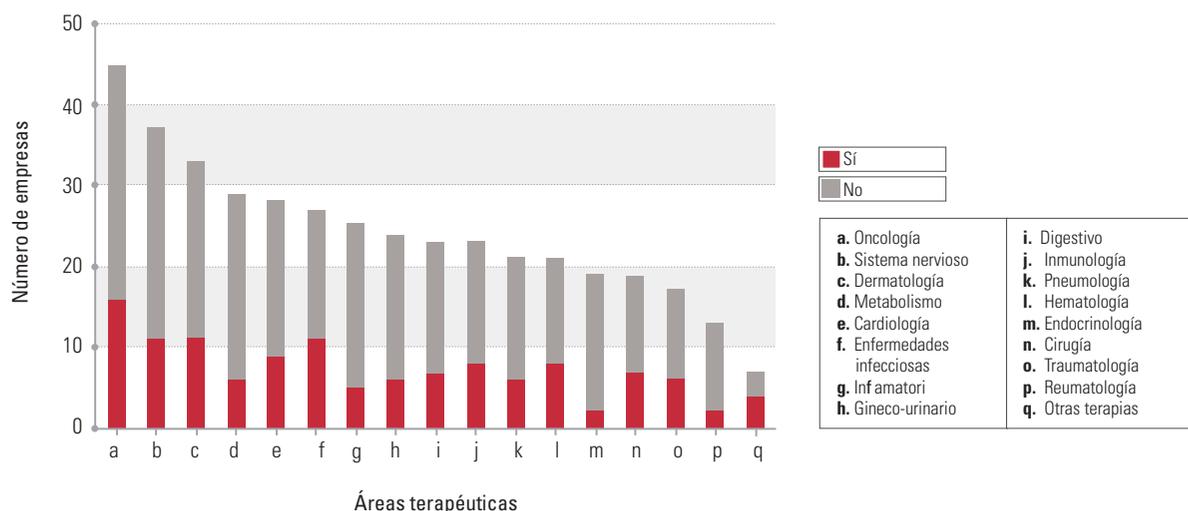
En cuanto a las empresas de tecnologías médicas encuestadas, que concentran su actividad en diagnóstico *in vitro* y molecular y dispositivos médicos, las áreas terapéuticas prioritarias son oncología, sistema nervioso, dermatología y enfermedades infecciosas (Figura 24).

Esta atención prioritaria a la oncología y al sistema nervioso está alineada con las tendencias del sector (la Organización Mundial de la Salud señala el cáncer como la primera causa de mortalidad mundial en los próximos años) y con los grandes mercados reconocidos de la industria farmacéutica. Por ejemplo, el informe *Beyond Borders* (Ernst & Young, 2009) cita la oncología (21%), el sistema nervioso (15%), el metabolismo (11%), las enfermedades inf amatorias (11%), las enfermedades infecciosas (9%), la dermatología (7%) y el sistema cardiovascular (6%) como las áreas terapéuticas en las que se concentran mayoritariamente los estudios de fase III que se llevan a cabo en Europa.

Si se compara con las áreas terapéuticas en las que más investigación clínica se hace en Cataluña (*Proyecto BEST*, Farmaindustria 2009), se comprueba que las áreas de mayor actividad se presentan en un orden diferente, que es, de mayor a menor: oncología (25%), sistema cardiovascular (20%), enfermedades infecciosas (10%), sistema nervioso (8%) y sistema respiratorio (4%). En cambio, la investigación en metabolismo solo representa el 2,3% y en dermatología, el 0,7%.

Como ejemplo comparativo, podemos citar las prioridades de la industria farmacéutica y biotecnológica de California (Silicon Valley y Bay Area), que también se centran en oncología y sistema nervioso (con 282 y 131 productos en fase

Figura 24. Áreas terapéuticas de empresas de tecnologías médicas de la BioRegión



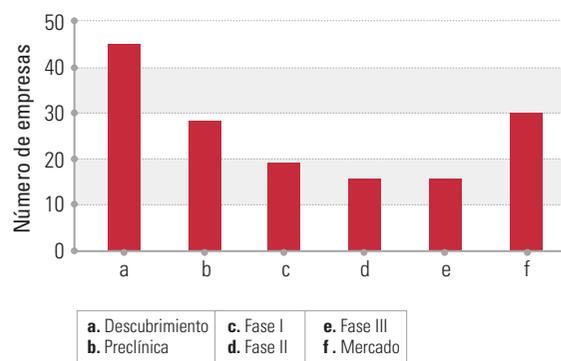
de desarrollo, respectivamente), seguidas por las enfermedades infecciosas (115), las inf amatorias y del sistema inmunitario (92) y el sistema cardiovascular y hematológico (88) (*California Biomedical Industry 2009 Report*, California Healthcare Institute y PricewaterhouseCoopers, 2009).

### Fases de I+D

La industria farmacéutica invirtió unos 1.000 millones de euros en I+D en 2008, cuya mayor parte se dedicó a ensayos clínicos, 111 millones a investigación de producto acabado, 87 a investigación preclínica y 162 millones de euros a investigación básica. El gasto interno en I+D representa 614 millones de euros y el gasto subcontratado, 396. Cataluña concentra la mayor proporción del Estado español, con un 47,6% del gasto interno y el 22,5% de la investigación subcontratada (*I+D en la Industria Farmacéutica 2008*, Farmaindustria, 2009).

De las empresas catalanas encuestadas, solo el 56% declara trabajar en descubrimiento y desarrollo de fármacos, que se distribuyen según el gráfico anexo (Figura 25). Ahora bien, entre las empresas que en la encuesta marcaron la opción "otras" hay 10 compañías que pertenecen al modelo de negocio mixto y que no han marcado ninguna fase de I+D, lo cual sugiere que son empresas muy jóvenes,

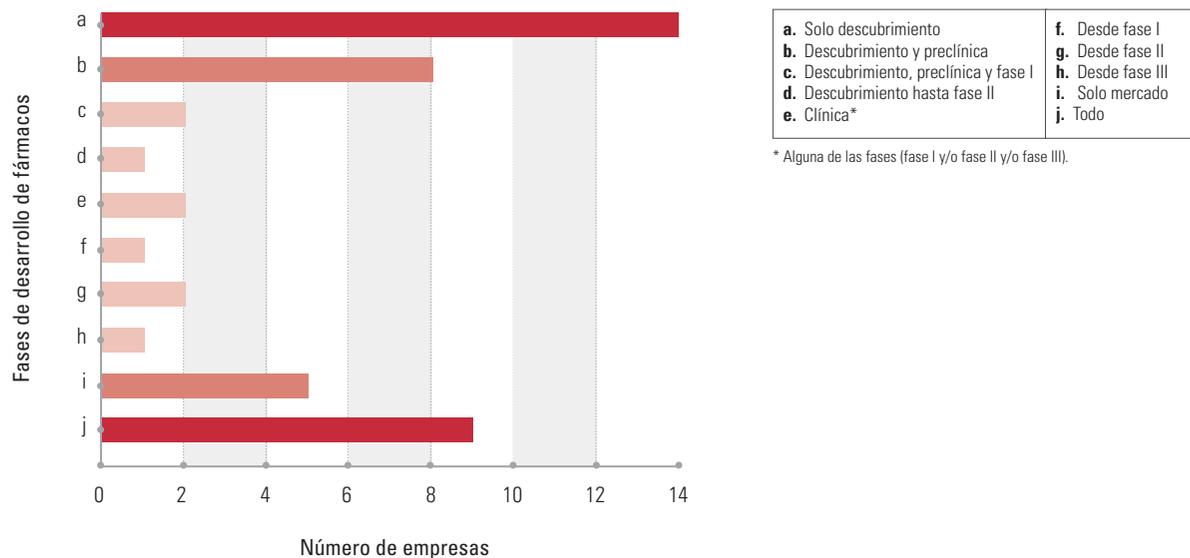
Figura 25. Empresas que desarrollan fármacos en cada una de las fases de I+D



que están poniendo en marcha su plataforma y que en el futuro querrán desarrollar producto.

Ya se ha comentado en el capítulo 1 que solo las farmacéuticas y algunas grandes biotecnológicas internacionales se pueden considerar FIPCO y cubren todas las fases de la investigación. Por tanto, resulta interesante analizar el número de empresas que trabajan en cada una de las fases de I+D (Figura 26).

Figura 26. Empresas que realizan fases sucesivas del desarrollo de fármacos



Se observa que el número de empresas disminuye a medida que avanza la cadena de valor desde el descubrimiento hasta llegar a la fase II (Figura 26). En el tejido catalán, muchas empresas hacen investigación solo en la fase de descubrimiento. Son muy pocas las que hacen estudios preclínicos, mientras que son un número testimonial las que han llegado a la investigación clínica, en concreto AB-Biotics, Advancell y Archivel Farma en fase I, y Palau Pharma en fase II.

En cambio, las farmacéuticas catalanas abarcan toda la cadena de valor, aunque rara vez la hacen completa con un mismo producto, sino que combinan procesos de *licensing in & out* para nutrirlos y, a menudo, los desarrollan en diferentes áreas terapéuticas.

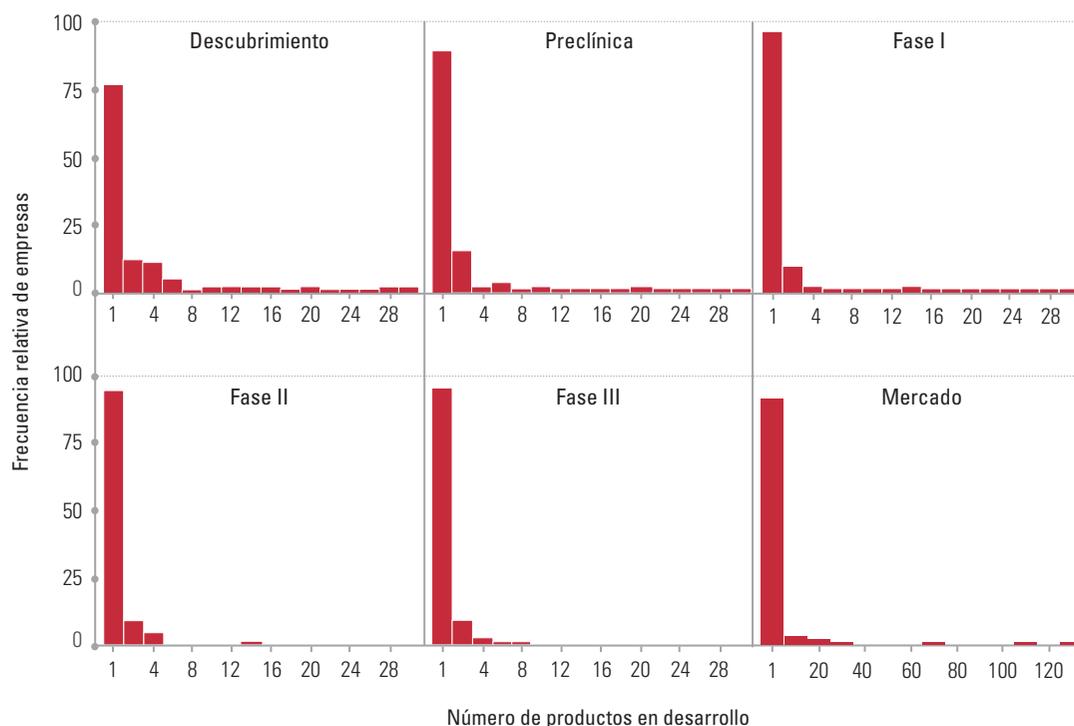
Finalmente, hay un conjunto de empresas que solo trabajan a partir de una determinada fase clínica, o se dedican exclusivamente a esta actividad. Se trata de las CRO clínicas o las grandes empresas farmacéuticas multinacionales, que hacen la mayor parte de la investigación preclínica

en su país de origen y tienen en Cataluña únicamente actividad clínica y comercial.

### Número de productos en desarrollo en las diferentes fases

En este primer *Informe Biocat* no se dan datos detallados por empresa del número de productos en cada una de las fases de I+D, sino que se tratan de manera agregada. Según el gráfico adjunto (Figura 27), queda claro que la mayoría de empresas tiene un *pipeline* o cartera de productos reducida: la mitad tiene solo 1, el 25% tiene entre 1 y 6, y el otro 25% tiene entre 6 y 30. Esta división refleja muy bien las diferentes etapas de madurez de las empresas biomédicas y reafirma la inmadurez del sector —que ya se ponía de manifiesto en el análisis de las fases de I+D y del modelo de negocio—, ya que la mitad de las compañías tiene un solo producto o ninguno aún. Solo las farmacéuticas o las empresas de diagnóstico *in vitro* tienen más de 6 productos en desarrollo.

Figura 27. Productos por empresa para cada fase del desarrollo de fármacos



### Tecnologías o plataformas tecnológicas utilizadas

Las empresas encuestadas emplean una serie de herramientas tecnológicas pioneras, como son, por orden de frecuencia de uso, los bioprocesos (15%), la genómica (14%), la nanotecnología y las técnicas *in silico* (9%), las técnicas y procesos de análisis de muestras biológicas llamadas plataformas de servicios biológicos o PBS (6%) y, finalmente, la cristalografía (4%).

Ahora bien, los usos de estas técnicas varían claramente según los diferentes subsectores de actividades, como se observa en la Figura 28.

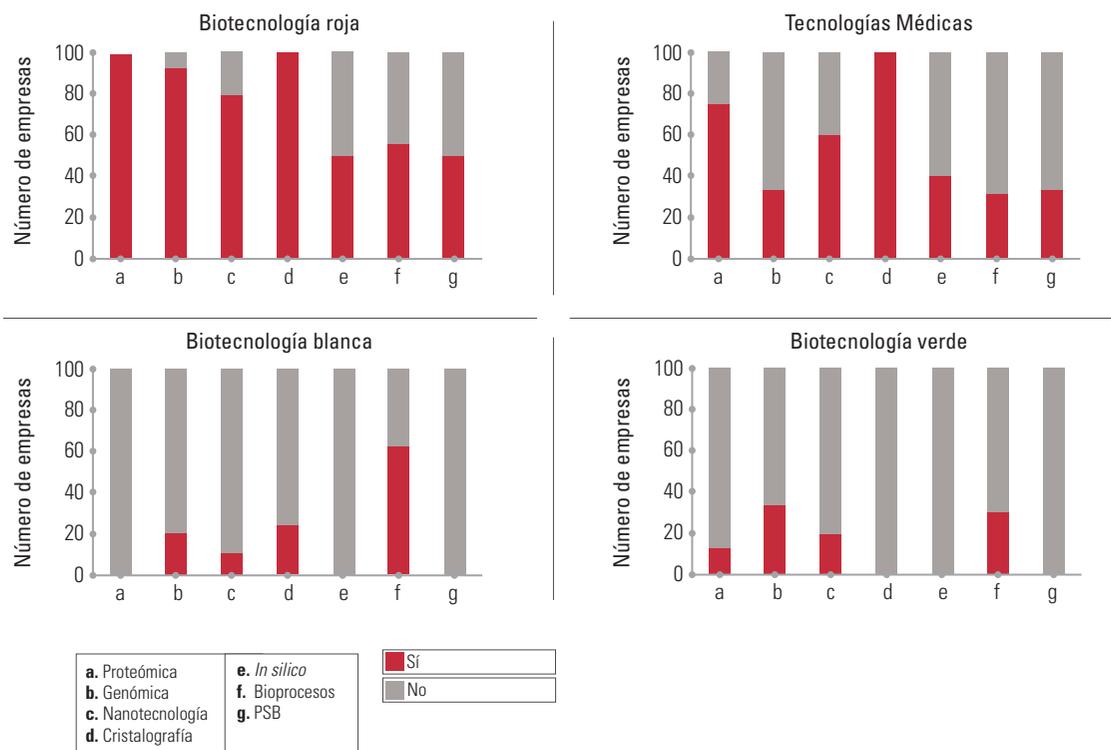
Algunas son muy específicas de la biomedicina (biotecnología roja y tecnologías médicas), como la proteómica, la genómica

y las plataformas de servicios biológicos. En cambio, la cristalografía solo se utiliza en la biotecnología roja, ya que todavía se aplica casi exclusivamente en el análisis de nuevas entidades químicas (NCE: *new chemical entities*). Las demás tecnologías son más transversales: los bioprocesos, propios de la biotecnología industrial, tienen relevancia para todos los sectores, así como las tecnologías *in silico* y la nanotecnología.

### Patentes y modelos de protección

En cuanto a la protección de la propiedad intelectual, muchas de las empresas encuestadas se han mostrado reticentes a dar información (el 46% dejó este apartado en blanco). Por otro lado, las respuestas obtenidas son muy dispares, razones por las que el análisis presentado en esta sección es esencialmente cualitativo.

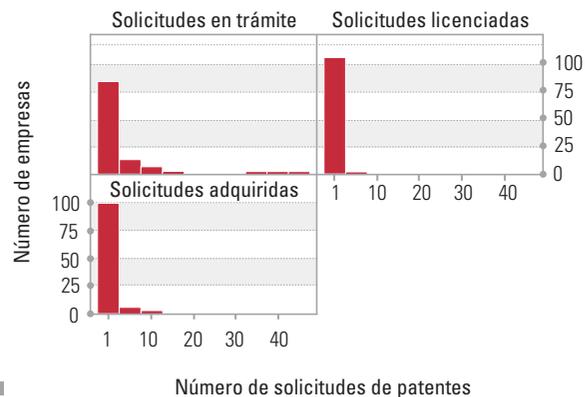
Figura 28. Tipos de tecnología / plataforma tecnológica empleada por las empresas de cada subsector



Del 54% de empresas que han contestado (Figura 29), un 41% afirma utilizar otros modelos de protección que no son patentes, como el registro de marcas, el secreto industrial o el depósito ante notario. El 20% de los entrevistados declara utilizar la patente. La media de solicitudes de patentes por empresa es de 5, pero la gran mayoría de empresas que utiliza el sistema de patentes tiene solo una o dos, y solo un número muy reducido de empresas —las biotecnológicas más antiguas y las farmacéuticas— tiene más de 10 solicitudes.

Según el *Informe Asebio 2008*, 33 de las empresas biotecnológicas asociadas generaron 117 invenciones biotecnológicas, principalmente en el ámbito de salud humana. De estas invenciones, el 79% son solicitudes de patentes, lo cual supone un incremento del 40% respecto a 2007. De las empresas catalanas recogidas en el informe, Grifols

Figura 29. Tipos y número de patentes por empresa de la BioRegión



es la compañía con un mayor número de solicitudes de patentes españolas presentadas (11) y Palau Pharma, la compañía con más solicitudes europeas (7). Para Estados Unidos han presentado solicitudes de patentes Biokit (6), Palau Pharma (4), Grifols (3) y Oryzon Genomics (2). Un 11% de los entrevistados declara tener patentes licenciadas y un 22% ha adquirido derechos de explotación.

### Las empresas que participan en consorcios destinan el 60% de su presupuesto a I+D frente al 20% de las que no participan

En general, se da la tendencia a subcontratar la protección de la propiedad intelectual a una consultoría externa (56%), al servicio de una universidad o de un hospital (6%), ya que solo el 38% de las empresas tiene un departamento propio para la gestión de la propiedad intelectual, que de nuevo vuelve a corresponder mayoritariamente a empresas farmacéuticas y grandes compañías de tecnologías médicas.

#### Colaboraciones y consorcios

En este punto se evalúan dos tipos de colaboraciones: las realizadas con otras empresas y la participación en consorcios público-privados junto con universidades, centros tecnológicos o institutos de investigación, aunque como veíamos en el apartado 7.2, al hablar de las previsiones de actividad, solo un 25% de las empresas considera una prioridad de futuro este tipo de alianzas.

En cuanto a las colaboraciones con otras empresas, un 58% de las encuestadas declara tener algún proyecto de alianza empresarial. Por otro lado, el 36% participa en un consorcio público-privado, con centros de investigación u hospitales (27%), universidades (27%), centros tecnológicos (19%) u otras entidades (5%).

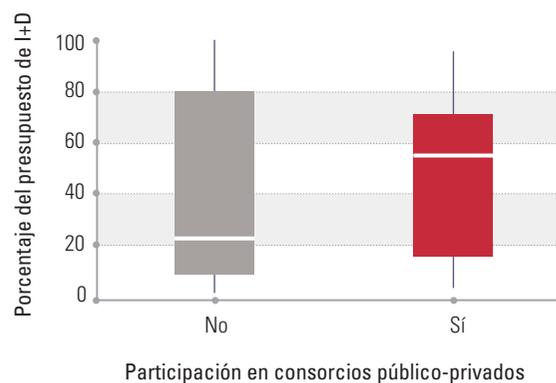
Se observa claramente una relación entre el presupuesto destinado a I+D y la participación en consorcios público-privados. Como se puede observar en los diagramas de caja (Figura 30), la media del porcentaje del presupuesto destinado a I+D es de cerca del 60% en las empresas que participan en consorcios, frente a una media del 22% en aquellas empresas que no están en ningún consorcio. Es

más, prácticamente ninguna de las empresas que participan en consorcios destina a I+D una cantidad inferior al 20% de su presupuesto, tal y como se desprende al observar el valor del límite inferior del diagrama de caja correspondiente.

En el impulso de la creación de consorcios se pone de manifiesto la incidencia de las políticas de subvenciones de las administraciones públicas, como el programa Núcleos de Innovación (ACC1Ó), en el que ha participado un 12% de las encuestadas; el Cenit (17%) del CDTI (Ministerio de Ciencia e Innovación, MICINN) y, en el ámbito europeo, los sucesivos programas marco (el 15% de las empresas catalanas participan en el 7º Programa Marco).

Ahora bien, cuando se analiza la tipología de los socios en colaboraciones y consorcios, casi la mitad de las empresas analizadas (49%) trabaja con socios catalanes; un 25% colabora dentro del ámbito estatal, mientras que el 19% lo hace con socios europeos. El 6% tiene colaboraciones con entidades de fuera de Europa, y Estados Unidos, pese a su importancia en la investigación y como mercado, sigue siendo un país al que no se acercan prácticamente las empresas catalanas, excepto en casos puntuales de farmacéuticas de diagnóstico.

Figura 30. Relación del presupuesto de I+D y la participación en consorcios público-privados



### En resumen

Las empresas catalanas de la muestra se centran en oncología, sistema nervioso, dermatología, metabolismo y cardiología, principalmente. Dentro de estas áreas terapéuticas, la mayoría de las empresas trabaja sobre todo en las fases iniciales de descubrimiento. Pocas compañías hacen investigación clínica, prácticamente solo las que trabajan todas las fases, y lo hacen centradas en oncología, sistema cardiovascular, enfermedades infecciosas y sistema nervioso. El pipeline es en general de

solo uno o dos productos en fase de desarrollo y en muy pocas empresas supera los cinco productos. Parte de esta investigación se realiza en colaboración con otras empresas y en consorcios público-privados, de los que se obtiene una financiación que impacta positivamente en un sensible crecimiento del presupuesto de investigación. Mayoritariamente los socios escogidos para estas alianzas son cercanos (catalanes, estatales y europeos), con una muy baja relación con Estados Unidos.

## 7.4 Estructura jurídica y del capital

En este apartado, se evalúan las estructuras empresariales. Se quiere obtener una visión de las formas jurídicas, de las fuentes de financiación, la facturación y los beneficios, y también información sobre el presupuesto dedicado a investigación. Con los datos recogidos se intenta hacer una estimación de las previsiones de crecimiento del sector.

### Estructura jurídica

La mayoría de las empresas (59%) tiene la forma jurídica de sociedad limitada, mientras que un 36% son sociedades anónimas, y un 5% declara otras formas societarias.

La mayoría tiene consejo de administración (76%), y la mitad de las empresas (51%) declara tener un consejo asesor.

### Estructura del capital

Entre las empresas analizadas, el 85% tiene capital propio, entendido como capital aportado por los fundadores o el accionariado. De estas, un 23% solo dispone de capital propio, lo cual sucede sobre todo en dos tipos de empresas: en las de muy reciente creación, que todavía disponen solo del capital de los fundadores, y en algunas compañías de bioinformática, que necesitan una inversión inicial menor y que, en consecuencia, pueden mantener la titularidad jurídica y de capital bajo control de los fundadores.

El capital ajeno que se invierte en este sector procede de fondos tanto públicos como privados, pero en el caso de las empresas encuestadas solo un 7% declara estar participada por la universidad.

Según el *Informe RedOtri 2008* (RedOTRI Universidades, 2008), en todo el Estado español las participaciones de las universidades en empresas son testimoniales y se sitúan por debajo del 0,09% de los fondos de financiación de la red. Por su parte, el *Informe RedOtri 2008* (RedOTRI Universidades, 2008) subraya que todavía hace falta mucho esfuerzo en transferencia de tecnología para favorecer la creación y la participación de las universidades en *spin-off*. Esta colaboración universidad–empresa, pese a los esfuerzos e iniciativas de los últimos años, todavía está muy lejos de la situación que se vive en grandes universidades internacionales. Un ejemplo notorio es Harvard, que desde 2006 participa en 32 empresas *start-up* que se han creado partiendo de tecnología desarrollada en la propia universidad; otro caso sería el de la Universidad de Cambridge, que participa en 68 empresas y que ha recibido ya 1,7 millones de libras esterlinas en concepto de retornos por la participación en cinco de estas empresas (*Cambridge Enterprise Annual Review, 1st August 2007 - 31st July 2008*, University of Cambridge, 2009).

En el capítulo de inversiones privadas, el estudio contempla cuatro tipologías básicas de fondos: inversiones directas de otras empresas, aportaciones de inversores privados tipo ángeles inversores, el capital riesgo y la bolsa.

Porcentualmente, destacan las inversiones directas de otras empresas (14%), en coherencia con el elevado número de colaboraciones establecidas entre empresas que se han analizado en el capítulo anterior. Esta fórmula de financiación, que se conoce como *corporate venture capital*, permite estrategias simbióticas entre empresas consolidadas y nuevas *biotec*, estrategias que a menudo persiguen resultados técnicos y no solo financieros, y va en línea con la convergencia biotec-farma mencionada en el capítulo 1.

En el ámbito internacional encontramos algunos ejemplos de este tipo de acuerdos, aunque basados en modelos un poco diferentes. Sería el caso de GSK o Astra-Zeneca, que tienen alianzas con varias biotecnológicas que trabajan en fases iniciales de descubrimiento (Cellzome y Biocompatibles, respectivamente); por su parte, Englight Biosciences ha firmado acuerdos llamados “precompetitivos” (acuerdos para colaborar en las fases iniciales de creación de plataformas o tecnologías) con Lilly, J&J, Merck&Co y Pfizer; Amgen tiene opciones en diferentes compañías (Cytokinetics y Cephalon), a las que deja actuar de manera independiente; y podemos mencionar finalmente Pfizer, que negocia sobre la propiedad intelectual en fases muy iniciales (*Beyond Borders*, Ernst & Young, 2009).

Algunos ejemplos en Cataluña del interés creciente de las farmacéuticas por el mundo biotecnológico son la participación de Ferrer Grupo en Oryzon Genomics y Gendiag, o la participación del 8% de la sociedad patrimonial Plafin de la familia Gallardo (propietaria de Almirall) en la suiza Lonza. Grifols se ha sumado también a la tendencia y actualmente tiene un 1,5% de la biotecnológica belga Cardio 3 Biosciences, especializada en el desarrollo de tratamientos para patologías cardiovasculares y también participada por la Clínica Mayo de Rochester (EE.UU.).

En cuanto al capital riesgo, un 10% de empresas declara tener capital riesgo de la primera ronda (entre 1,5 y 4 millones de euros), mientras que un 5% declara tener capital procedente de segunda ronda de financiación (4 y 10 millones de euros en la ronda 2A). Este discreto 15% de empresas participadas por capital riesgo en el conjunto de la muestra es un claro indicador de la reducida presencia en el sector de capital profesional ajeno a la empresa, una carencia que es al tiempo causa y efecto del bajo número de entidades de capital riesgo que actúan en Cataluña —que ya se ha identificado anteriormente como una de las grandes debilidades del sector y muy indicativa de su inmadurez. Las causas de

la poca participación de capital riesgo en las biotecnológicas catalanas son múltiples y no es objeto de este informe analizarlas de manera extensiva. Sin embargo, cabe destacar que la biotecnología solo representa el 12% de las inversiones de capital riesgo en el Estado español (webcapital-riesgo, noviembre de 2009) y que la crisis económica global ha determinado un entorno poco favorable, con una caída, en 2008, del 20% en inversiones de capital riesgo en toda Europa (*Beyond Borders*, Ernst & Young, 2009).

Pese a las limitaciones señaladas, durante 2008 algunas empresas catalanas obtuvieron financiación de varios fondos de capital riesgo y de otros fondos privados. Según el *Informe Asebio 2008*, algunas de estas empresas fueron:

- **Oryzon Genomics.** Inversores: Corsabe/Laboratorio Ordesa (9 millones de euros)
- **Era Biotech.** Inversores: Highgrowth, BCN Empren, Uninvest e inversores privados (4,60 millones de euros)
- **Archivel Farma.** Inversores: Fonsinnocat y Archivel Technologies (1,7 millones de euros)
- **Palau Pharma.** Inversor: Najeti Capital (1,7 millones de euros)
- **Neurotec Pharma.** Inversores: privados y fondos de administraciones (CDTI y ACC1Ó) (1,1 millones de euros)
- **Aleria Biodevices.** Inversores: Caixa Capital Semilla y administraciones (1 millón de euros)
- **AB-Biotics.** Inversores: ángeles inversores (1 millón de euros)
- **Activery.** Inversores: Sodena (0,75 millones de euros)
- **Agrasys.** Inversores: Uninvest (0,36 millones de euros)
- **Neurosciences Technologies.** Inversores: socios (0,13 millones de euros)
- **Advancell.** Inversores: Talde (cantidad no disponible)

De algunas otras empresas catalanas se especifica que han recibido fondos procedentes mayoritariamente del CDTI, pero no se detallan cantidades.

Solo un 9% de empresas declara tener financiación privada procedente de ángeles inversores y un 5% indica que tiene otros fondos privados diversos. Recientemente, la Generalitat de Catalunya ha anunciado que estimulará las inversiones privadas en empresas nuevas y emprendedoras incluyendo diversos incentivos en forma de ley de medidas fiscales que acompañarán los próximos presupuestos. Así, las inversiones en este tipo de empresa que se

realicen durante 2010 permitirán realizar una deducción de hasta el 20% en la cuota autonómica del IRPF. Las inversiones desgravables podrán hacerse mediante la compra de acciones de empresas innovadoras que coticen en el mercado alternativo bursátil (MAB), hasta un máximo de 10.000 euros. La otra opción son las inversiones directas en empresas nuevas, con una antigüedad de tres años.

La presencia en el mercado de valores de las empresas encuestadas se reduce a un 6% de la muestra, que corresponde principalmente a las farmacéuticas multinacionales encuestadas ya que las únicas compañías catalanas del sector que cotizan en bolsa son Almirall y Grupo Grifols.

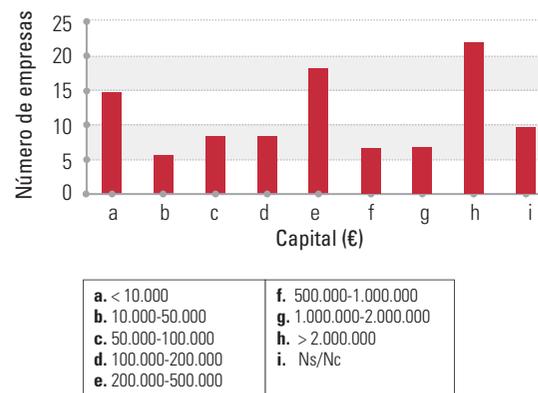
Por sus reducidas dimensiones, la mayoría de empresas biotecnológicas tienen dificultades para recurrir al mercado bursátil convencional como fuente de financiación. La aparición del MAB, creado específicamente para permitir la salida al mercado de empresas de reducida capitalización, como las consideradas de tipo A, es decir, que tienen entre 9 y 50 trabajadores y un volumen de negocio o balance superior a 10 millones de euros, ha sido un revulsivo en otros entornos (AIM en Londres; Alternext en París). Sin embargo, el estudio publicado por CataloniaBio en 2007 y cofinanciado por Biocat y el Departamento de Economía y Finanzas, *La bolsa y sus mercados alternativos como dinamizadores del sector biotecnológico*, señala varias limitaciones para que las empresas puedan recorrer al MAB como fuente de financiación, al tiempo que propone medidas para superar las dificultades, entre ellas, la deducción fiscal por inversiones hechas en el MAB.

Independientemente de dónde proceda el capital del que disponen, se observa una concentración de un mayor número de empresas en tres picos concretos (Figura 31).

- Menos de 10.000 euros (15%), que se puede aventurar que corresponde a un grupo de empresas jóvenes con capital fundacional.
- Entre 200.000 y 500.000 euros, donde se agrupan empresas que han accedido a capital semilla.
- Más de 2 millones de euros, que corresponde a las empresas de la BioRegión grandes y consolidadas o a las pocas que han accedido a capital riesgo.

Al no segmentar rangos superiores a los 2 millones de euros en la encuesta, y debido a que solo un 5% de empresas declara tener capital riesgo de 2ª ronda, todas las

Figura 31. Rangos de capital de las empresas de la BioRegión



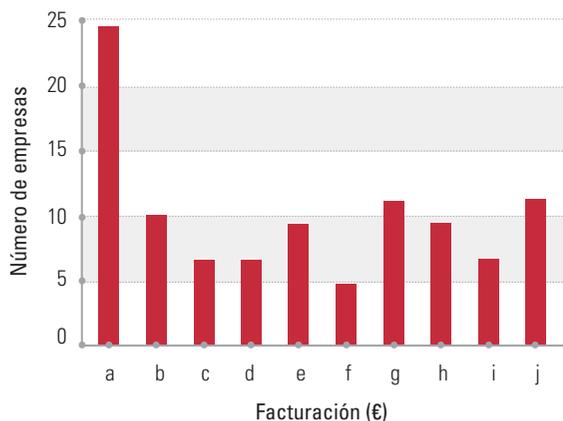
empresas que han declarado tener más de este presupuesto son casi únicamente las grandes empresas.

Si se examina la estructura de capital de la empresa en función del año de fundación, se observa que entre el 40% (2000) y el 50% (2001) de las empresas nacidas antes de 2002 dispone de más de dos millones de euros, aunque también se encuentran en este rango algunas empresas jóvenes aparecidas en 2006 (25%) o en 2007 (10%).

Uno de los datos que destaca de este análisis de capital respecto al año de fundación de la empresa es que el 30% de las empresas más jóvenes, fundadas en 2007 y 2008, tiene un capital inferior a 10.000 euros, por lo que presumiblemente o bien se acaban de crear o, aun habiéndose constituido jurídicamente hace dos años, todavía no han empezado realmente su actividad. Otro 25% de estas empresas jóvenes tiene un capital que oscila entre los 200.000 y los 500.000 euros, que corresponde generalmente a aportaciones de capital semilla. Si se compara con otros mercados más maduros europeos o, especialmente, con el norteamericano, se ve que el círculo de capitalización de nuestras empresas biotecnológicas es mucho más lento, ya que en dos años las compañías internacionales suelen disponer de esquemas y fondos de financiación mucho más amplios.

En relación con esto, un 17% de las empresas ha declarado haber recibido subvenciones de capital semilla, un 18% de capital génesis procedente de la Administración catala-

**Figura 32. Rangos de facturación de las empresas de la BioRegión**



a. 0-200.000	e. 2.000.000-5.000.000	h. > 50.000.000
b. 200.000-500.000	f. 5.000.000-10.000.000	i. > 100.000.000
c. 500.000-1.000.000	g. > 10.000.000	j. Ns/Nc
d. 1.000.000-2.000.000		

na y un 22% de las ayudas Neotec del Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI, MICINN).

### Facturación

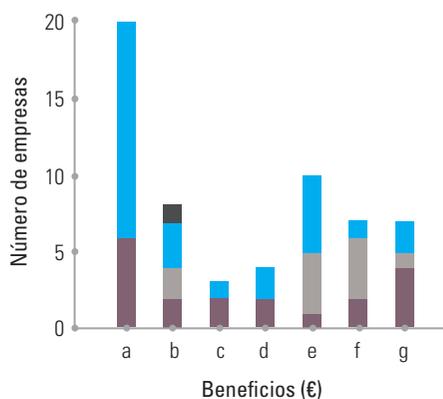
En esta variable el grupo mayoritario de empresas (25%) manifiesta facturar por debajo de los 200.000 euros anuales (Figura 32). Estos rangos de facturación se corresponden con empresas acabadas de constituir con independencia de sus modelos de negocio o con aquellas empresas que tienen modelos de negocio basado en producto.

En el rango de 200.000–500.000 euros, donde encontramos el 10% de empresas encuestadas, se concentran compañías creadas a partir de 2000, que son mayoritariamente de modelo mixto.

Otro 10% de las empresas factura por encima de los 10 millones de euros, la mayoría de las cuales se crearon en los años 80 o antes. Hay que especificar aquí que un 11% de las empresas no aportó ninguna información sobre su facturación.

**El 35% de las empresas de la BioRegión factura menos de 500.000 € al año y un 30% no tiene beneficios**

**Figura 33. Modelos de negocio y beneficios de las empresas de biotecnología roja de la BioRegión**



a. <0	d. 100.000-1.000.000	g. >10.000.000
b. <25.000	e. 1.000.000-3.000.000	
c. 25.000-100.000	f. 3.000.000-10.000.000	

Empresa basada en producto	Empresa basada en modelo mixto
Empresa de plataforma tecnológica	Ns/Nc

### Beneficios

Un 30% de las empresas del sector, la mayor parte dedicadas a la biotecnología roja, no tiene beneficios y se ha creado en los últimos 10 años, lo cual resulta coherente con el modelo de negocio que impera en el sector.

Cuando se analiza la información sobre beneficios de las empresas de biotecnología roja conjuntamente con los datos sobre el modelo de negocio (Figura 33), se aprecia que una gran parte de las empresas basadas en modelo mixto, las que tienen plataformas para vender servicios, no tiene beneficios, lo cual indica que la mayoría de empresas de la muestra evaluada son compañías muy jóvenes que facturan pero que todavía no generan beneficios.

En los rangos que van de 25.000 euros hasta un millón, hay sobre todo empresas basadas en tecnología —que tienen un tiempo de llegada al mercado más corto que las basadas en

Figura 34. **Porcentaje de presupuesto total de las empresas dedicadas a I+D**

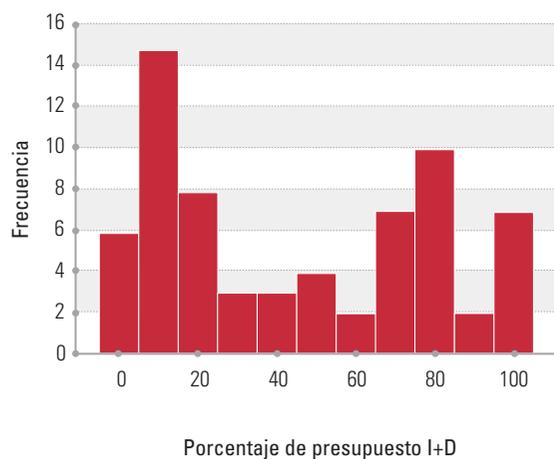
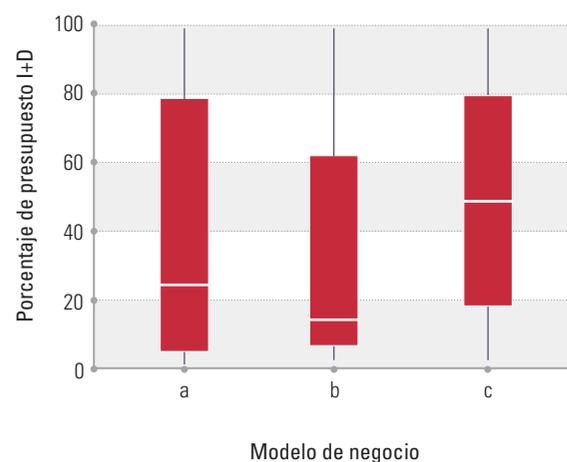


Figura 35. **Modelo de negocio y porcentaje de presupuesto de I+D**



a. Empresa basada en producto  
b. Empresa de plataforma tecnológica  
c. Empresa basada en modelo mixto  
d. Ns / Nc

producto— y una representación importante de empresas con modelo mixto. Las empresas basadas en producto (básicamente farmacéuticas y algunas empresas de diagnóstico *in vitro*) tienen un peso importante, aun siendo pocas en número, en los rangos a partir de 3 millones de euros.

### Presupuesto de I+D

Un 84% de las empresas encuestadas manifiesta tener presupuesto para investigación y desarrollo, hecho coherente con las necesidades de un sector que se basa en los resultados de la investigación. En esta variable se habla siempre del porcentaje del presupuesto total de la empresa que se dedica a I+D.

El análisis muestra un modelo polarizado en dos extremos (Figura 34). En un lado, hay empresas que llegan a dedicar hasta el 80-100% del presupuesto total a I+D, modelo típico de pequeñas empresas que inician su proyecto con poca estructura y casi sin gastos no relacionados con la inves-

tigación. En el otro, encontramos empresas que invierten en I+D alrededor de un 10% de su presupuesto, esquema que corresponde a las grandes compañías, en las que el departamento de *marketing*, la red de ventas y las áreas de desarrollo del negocio atraen presupuestos considerables, orientados a la comercialización. En este contexto, el impacto del presupuesto de I+D se diluye, aunque la inversión en cifras absolutas sea mayor. Vemos cómo, según datos de las respectivas páginas web y de fuentes periodísticas, Almirall hace una inversión en I+D del 15,4% de sus ventas, mientras que Esteve invierte entre el 10% y el 12% de sus ventas en la investigación de medicamentos, y Ferrer Grupo invirtió en 2008 un 14% de la facturación en I+D.

En el apartado 8.7 se profundiza en el análisis del presupuesto de I+D poniéndolo en relación con factores como el tipo de organización y su antigüedad.

El estudio del presupuesto de I+D en este capítulo se cierra con la revisión de su relación con el modelo de negocio de la empresa. En el diagrama de caja anexo (Figura 35) se pone

de manifiesto que las empresas con modelo mixto pueden dedicar una mayor inversión a I+D (la media es de un 50% del presupuesto), que está pensada tanto para desarrollar la tecnología de la plataforma como futuros productos, dependiendo del grado de madurez de la empresa. En el otro extremo, las empresas basadas en tecnología o plataforma tecnológica son las que presentan menores inversiones en I+D (la media es del 15%). Finalmente, las empresas basadas en producto presentan una media de inversión en I+D del 25%, aunque es el modelo con más desviación de datos, ya que la inversión varía entre el 10% y el 80%, según la madurez de la empresa. Estos datos son coherentes con los requisitos de cada tipo de modelo de negocio, que tienen tiempo de llegada al mercado, necesidades de inversiones en I+D y retornos económicos claramente diferenciados.

### Previsiones de crecimiento

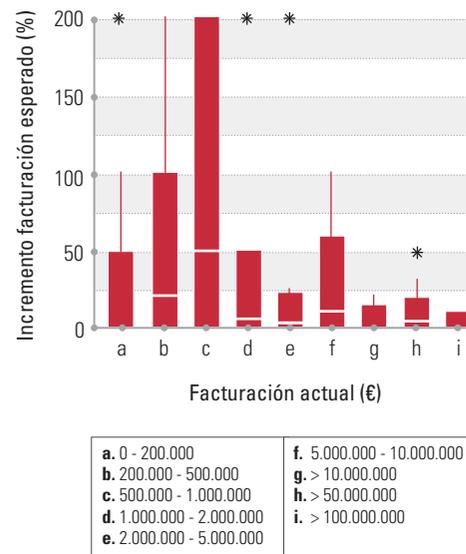
Se ha solicitado a las empresas una estimación de facturación y si prevén hacer ampliación de capital o poner en marcha otras estrategias de crecimiento.

La mayoría de las empresas (70%) espera incrementar la facturación, mientras que un 20% no prevé aumentarla y el 10% no se atreve a hacer ninguna previsión. De nuevo, sorprende que las expectativas de incremento de facturación no varían demasiado entre los diferentes modelos de negocio, cuando se podría esperar que las empresas jóvenes de modelo mixto tuviesen unas previsiones más positivas respecto a las empresas con otros modelos de negocio.

Cuando se cruza el rango de facturación con las expectativas de incremento (Figura 36), se observa que el 100% de las empresas con rangos de entre 5 y 10 millones de euros tiene previsto aumentar la facturación (la media de la expectativa de incremento está en el 10%, aunque algunas empresas esperan que su aumento de facturación sea de hasta un 58%). En contraste, solo espera aumentar sus ingresos el 60% de las empresas con una facturación de dos millones de euros y el 50% de las que facturan más de 10 millones; y estas últimas esperan aumentar la facturación solo en un 6% de media. Debido a que en números absolutos la muestra de empresas es reducida, los resultados se han de analizar con precaución.

Sin embargo, la mayoría de empresas se sitúa en los rangos menores (por debajo de 200.000 euros), en los que el

Figura 36. Expectativas de incremento de facturación de las empresas



70% de empresas tiene expectativas de incremento de facturación, pero con una dispersión total de previsiones de crecimiento. Las expectativas más positivas las tienen las empresas situadas en el rango de facturación de 500.000–1.000.000 de euros, donde algunas empresas declaran previsiones de crecimiento de hasta el 150%.

En cuanto a las expectativas de crecimiento de capital, el 62% de las empresas encuestadas no prevé ninguna ampliación y el 9% no facilita información alguna. El 28% de empresas que sí tiene previsto ampliar capital lo hará recorriendo de manera equitativa al capital riesgo, a las aportaciones de inversores públicos, a las aportaciones de inversores privados y a aportaciones del actual accionariado. Ninguna empresa hace referencia a la posibilidad de una salida a bolsa.

Finalmente, el 26% de las empresas opta por otras estrategias de crecimiento, como la fusión con otras empresas (7%), la adquisición (11%) e incluso la creación de una nueva empresa (10%), que es una opción que se plantean sobre todo las empresas más antiguas, creadas antes del año 2000.

## En resumen

La tipología de las empresas de la BioRegión encuestadas es la de una sociedad limitada en cuanto a estructura jurídica, con participación de capital ajeno procedente mayoritariamente de otras empresas, y con una escasa inversión de capital riesgo. De todas maneras, más de la mitad señala que no tiene prevista ninguna ampliación de capital durante el año que viene, ninguna se plantea la salida a bolsa y pocas prevén futuras fusiones o ad-

quisiciones de otras compañías. Una cuarta parte de las empresas —mayoritariamente las que se dedican a desarrollo de producto— factura menos de 200.000 euros al año, y cerca de un tercio —casi todas del subsector de biotecnología roja— no tiene beneficios. En cuanto a expectativas de futuro, la mayoría de las empresas tiene previsto aumentar la facturación, pero solo un cuarto opta por otras estrategias de crecimiento.

## 7.5 Capital humano

En este apartado se evalúa el número y la cualificación en relación con la actividad de I+D, así como la estructura directiva de la empresa y la evolución del fundador en la estructura de la compañía. También se analiza si las empresas tienen planes de formación interna y planes de carrera para su equipo.

### Número de trabajadores

El número de trabajadores no se ha recogido en cifras absolutas, sino por rangos, lo cual condiciona los diferentes cálculos comparativos, que, en algunos gráficos, se hace por ratios y no por porcentajes. El número de respuestas recibidas en esta sección de la encuesta es de casi el 100%.

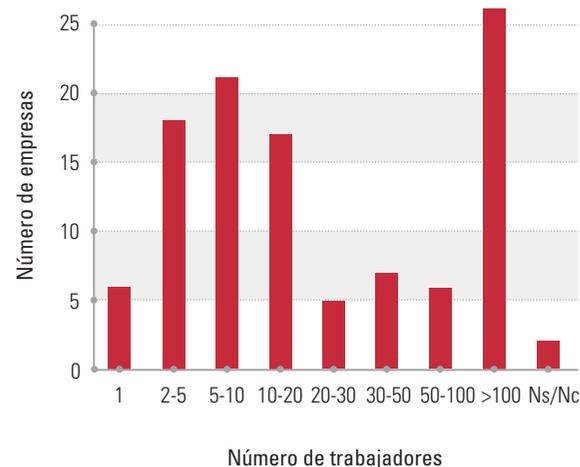
Las pequeñas empresas, con menos de 50 trabajadores, representan más del 70% de la muestra (Figura 37). Las medianas empresas, que tienen entre 50 y 100 trabajadores, son solo 6 empresas del total. Hay un pico con 26 empresas con más de 100 trabajadores, cuyo 75% tiene más de 30 años de existencia. El 60% se puede clasificar como microempresas, ya que tienen menos de 10 trabajadores. De este grupo, la mitad de compañías tiene menos de cinco personas contratadas y en su mayoría se fundaron después del año 2000, lo cual denota de nuevo la juventud y la inmadurez del sector.

Para poder evaluar el número de trabajadores que se dedican a I+D en relación con la plantilla, se ha establecido un ratio con base 1 que permite medir el peso del personal

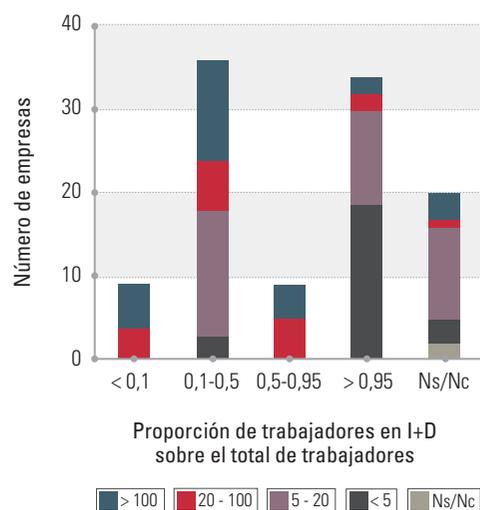
dedicado a la investigación dentro de cada rango de trabajadores (Figura 38).

Así se constata que las empresas con menos de cinco trabajadores tienen un ratio de 0,95 sobre 1 en personal dedicado a investigación, es decir, que dedican casi la totalidad de sus empleados a actividades de I+D. En el otro extremo, la mayoría de compañías con más de 100 trabajadores presentan un ratio de 0,5 sobre 1 en trabajadores dedicados a I+D. La mayor variabilidad la presentan las compañías de

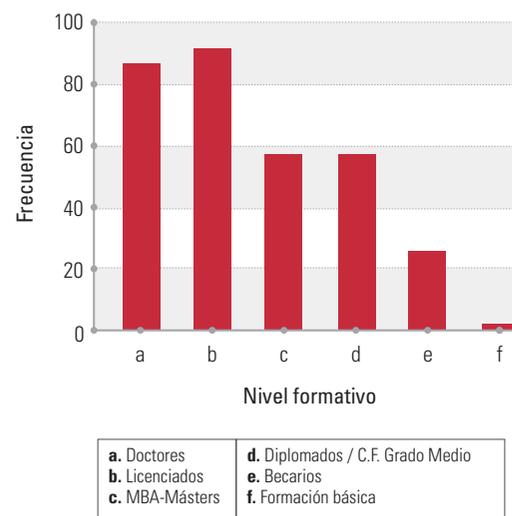
Figura 37. Rangos de número de trabajadores de las empresas



**Figura 38. Proporción de trabajadores en I+D sobre el total de trabajadores**



**Figura 39. Nivel formativo de los trabajadores**



entre 20 y 100 trabajadores, que se mueven en ratios que van del 0,5 al 0,95 en trabajadores destinados a I+D.

### Formación de los trabajadores

Estas empresas, basadas en conocimiento, incorporan, como era de esperar, un número muy elevado de titulados superiores de segundo ciclo (88%), con másters y MBA complementarios (55%) (Figura 39). También es destacable el elevado número de doctorados o titulados de tercer ciclo (83%), que difícilmente se puede encontrar en empresas que no se dediquen intensivamente a la investigación.

De todas las empresas que hacen I+D, el 48% ha solicitado subvenciones del Programa Torres Quevedo (MICINN) para contratar doctores y tecnólogos, un 16% ha solicitado becas Beatriu de Pinós (AGAUR) y solo un 0,01% de las empresas tiene estudiantes procedentes del programa de becas Marie Curie (UE), probablemente porque el tejido empresarial catalán es desconocido para los estudiantes europeos.

En lo relativo a los planes de formación interna, aproximadamente la mitad de las empresas (50%) declara que los

tiene, principalmente centrados en temas de biotecnología roja, mientras que un 20% de empresas no tiene y un 30% no facilita información alguna al respecto.

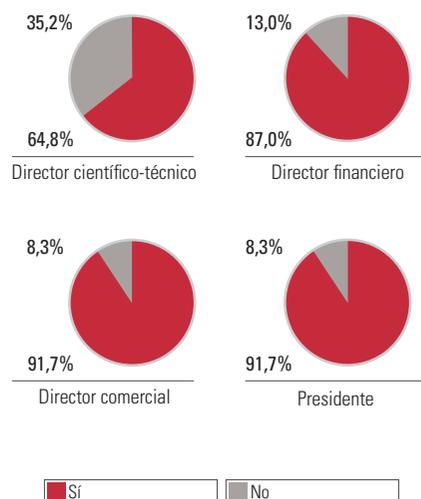
Los planes de carrera se contemplan en el 44% de las empresas, generalmente en las compañías multinacionales y alguna pequeña empresa, mientras que el 23% no tiene y un 33% no responde.

### Dirección de la empresa

El 87% de las empresas encuestadas declara tener director general, que en un 38% de los casos viene del mundo de las ciencias de la vida y en otro 38% procede del ámbito de la gestión y la administración de empresas. Un 30% de estos directivos tiene titulación múltiple, un 26% viene de ingenierías o química y el resto, de otras formaciones.

El 85% de las empresas encuestadas tiene un director científico y el 54% tiene presidente, que en algunos casos es también el director general o CEO. El 65% de las compañías tiene un director financiero, y las que no lo tie-

Figura 40. Cargos del fundador de la empresa



nen son todas empresas con año de fundación posterior a 1998 y la mayoría tiene menos de 20 trabajadores. Solo un 56% tiene director comercial, aunque la fase comercial es la segunda actividad principal de las empresas; en las compañías creadas después del año 2000, solo el 40% incorpora esta figura del director comercial, en función del grado de desarrollo del negocio, ya que en las grandes empresas estas funciones suelen estar separadas.

### ¿Y el fundador?

El fundador de la empresa desempeña normalmente un papel importante en la gestión, ya que en el 62% de los casos sigue ocupando el cargo de CEO o director general. Este es el caso en 46 de las empresas de la muestra, fundadas todas después del año 2000, y en 7 empresas con más de 30 años.

Solo en una minoría de casos el fundador ha dejado la gestión gerencial para ocupar otros cargos, preferentemente de dirección científico-técnica (35%), tal y como se deduce del gráfico adjunto (Figura 40). Un 6,5% se queda en el consejo de administración.

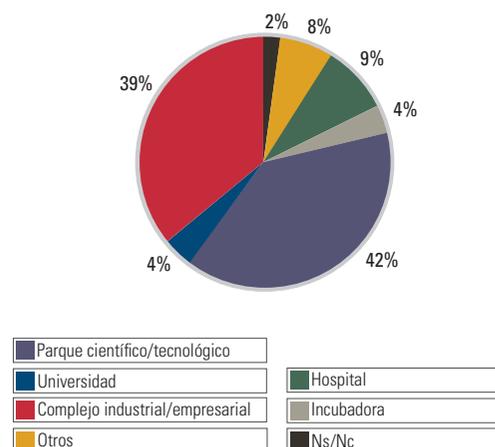
### En resumen

Las compañías de la BioRegión son mayoritariamente microempresas y pequeñas empresas, con todo o casi todo el equipo humano dedicado a I+D. Esta concentración del personal en tareas de investigación disminuye proporcionalmente en función del número de trabajadores y de la antigüedad de la compañía. Como empresas del conocimiento que son las empresas de este sector, su personal es altamente cualificado, con un elevado número de doctores y licenciados. El fundador ocupa mayoritariamente el cargo de CEO o director general y en pocos casos pasa a otros cargos, preferentemente a la dirección científico-técnica.

## 7.6 Entorno de desarrollo

De las empresas encuestadas, un 42% desarrolla su actividad en un parque científico/tecnológico y un 39% se localiza en un complejo industrial (Figura 41). Hay una relación entre el entorno de origen y el entorno de desarrollo de la actividad: el 59% de las empresas de origen industrial

Figura 41. Entorno de desarrollo de la actividad de las empresas



se queda en un complejo industrial–empresarial, mientras que el 90% de las empresas originadas en entornos de investigación se queda en un parque científico/tecnológico o en una incubadora, lo cual podría reflejar también cierta diferencia de cultura y de mentalidad del personal, por un lado, y las necesidades de servicios de investigación intensiva, por el otro.

La mayoría de las empresas (59%) alquila sus instalaciones, mientras que el 37% tiene laboratorios o plantas de propiedad. La mayoría de las que tienen instalaciones en propiedad son empresas grandes, el 59% tiene más de 100 trabajadores y el 41% procede de una empresa farmacéutica. Aun así, un 71% usa también instalaciones externas, de las que un 52% son servicios científicos y tecnológicos, y un 17% tiene necesidad de utilizar grandes equipamientos (*large infrastructures*).

En cuanto a la ocupación del espacio, hay un 31% de empresas que dispone de instalaciones de menos de 100 m<sup>2</sup>, principalmente en *bioincubadoras* (17 empresas con menos de 5 trabajadores y 5 con menos de 20, todas fundadas en la última década). Otro 31%, compuesto por empresas diversas, generalmente con 20, pero con alguna de 100, y mayoritariamente creadas también en la última década, ocupa espacios de hasta 500 m<sup>2</sup>. El tercer segmento (31%) ocupa espacios de superficie superior a los 1.000 m<sup>2</sup> (empresas de entre 20 y 100 trabajadores) y queda un pequeño grupo de empresas con más de 100 trabajadores, que ocupan espacios de más de 10.000 m<sup>2</sup> y creadas en los años 80 o en épocas anteriores.

Un 36% de empresas declara no saber qué necesidades de espacio tendrá en los próximos dos años, un 16% prevé necesitar unos 200 m<sup>2</sup> y otro 16% prevé ocupar espacios de entre 1.000 y 5.000 m<sup>2</sup>.

### En resumen

Hay una tendencia de las empresas a quedarse en un entorno relacionado con su ámbito de origen: un complejo industrial, si surgen de otra empresa, y un parque científico/tecnológico o una incubadora, si nacen en un entorno académico. Los espacios ocupados son preferentemente de alquiler en las empresas más recientes, y hay tres grandes grupos de empresas teniendo en cuenta la superficie de trabajo que ocupan (menor de 100 m<sup>2</sup>; hasta 1.000 m<sup>2</sup> y superior a 1.000 m<sup>2</sup>), que está condicionada por el número de trabajadores. La mayoría hace un uso intensivo de instalaciones científico–técnicas externas.

## 7.7 Tendencias observadas

En este último apartado del análisis de empresas de la BioRegión se ha querido interrelacionar varios vectores revisados anteriormente de manera individualizada para poder disponer de una visión de conjunto del sector empresarial biotecnológico, biomédico y de tecnologías médicas. Este tipo de análisis del sector se pretende ampliar en ediciones futuras del *Informe Biocat*. El objetivo consiste en generar indicadores que permitan diferenciar las tipologías de empresas que conforman la BioRegión y las características propias de cada tipo.

El primero de estos gráficos relaciona el año de fundación con el origen (de dónde procede) la entidad y su presupuesto de I+D (Figura 42). Se demuestra cómo hasta los años 80, el sector estaba integrado casi exclusivamente por empresas farmacéuticas, y cómo la mayoría de los agentes se incorpora a partir del año 2000. El gráfico pone de manifiesto que, como se ha dicho anteriormente, las farmacéuticas (concentradas mayoritariamente dentro de la elipse roja) destinan menos de un 20% de su presupuesto a I+D, un porcentaje sensiblemente menor (aunque a menudo en cifras absolutas) al que destinan a investigación las empresas procedentes de parques científicos y universidades, principalmente biotecnológicas y de tecnologías médicas (concentradas mayoritariamente dentro de la elipse verde), más jóvenes e intensivas en investigación.

También se ha relacionado el año de fundación con el presupuesto y las fases de I+D que hacen las empresas (Figura 43). Se observa que las empresas que solo hacen descubrimiento, o descubrimiento y preclínica, se encuentran en la parte de arriba del gráfico: son jóvenes y con un porcentaje relativo de I+D superior al 60%, que se corresponde claramente con la definición de empresas biotecnológicas sugerida por *Bioworld International* y comentado en el capítulo 1 (empresas pequeñas, dinámicas e intensivas en investigación). De nuevo las FIPCO son las más antiguas y las que en proporción –pero no en números absolutos– invierten menos en investigación.

Finalmente, si se relacionan el presupuesto destinado a I+D, la proporción de doctores y los datos de facturación (Figura 44), se observa una concentración de empresas

Figura 42. Relación entre el año de fundación, el origen y el presupuesto de I+D de la empresa

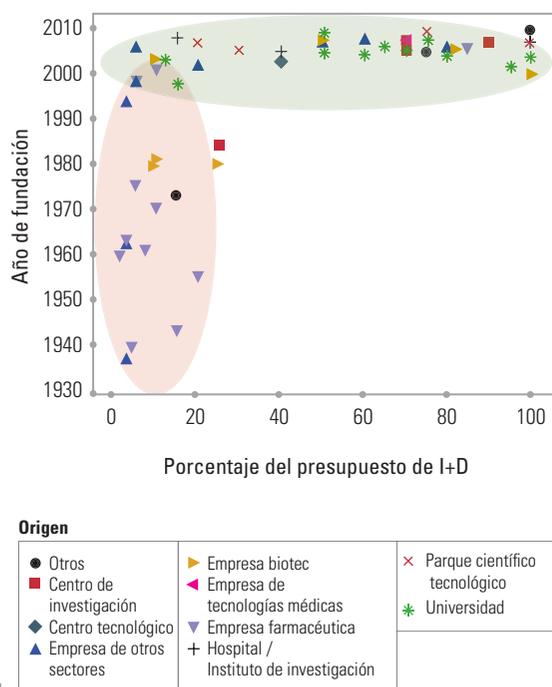


Figura 43. Relación entre el año de fundación, el presupuesto y las fases de I+D en empresas de desarrollo de fármacos

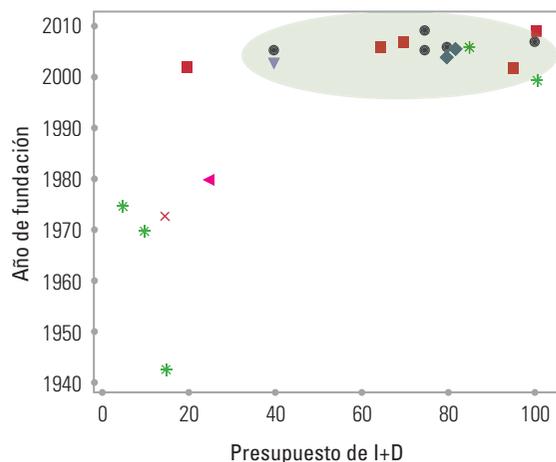
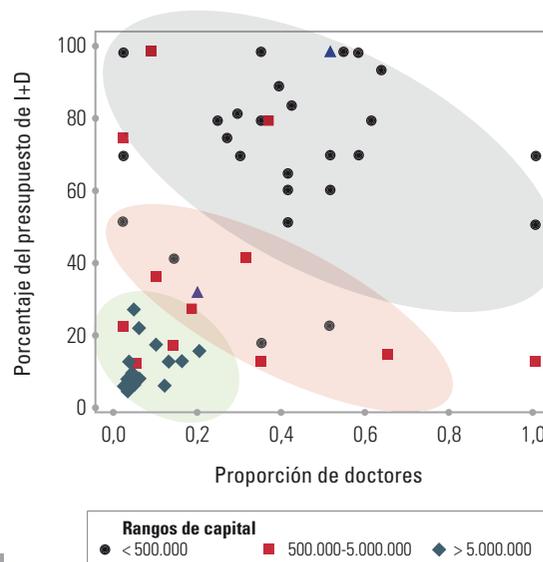


Figura 44. Relación de doctores, presupuesto en I+D y capital



con elevada facturación (más de 10 millones de euros y, en algún caso, más de 100 millones) que se corresponden con porcentajes de presupuesto para investigación bajos y una menor proporción de doctores. Por otro lado, se observa la existencia de un grupo de empresas de baja facturación (entre 0 y 200.000 euros) que está disperso en los valores más altos de los porcentajes de

presupuesto destinados a investigación (en general, más del 50% del presupuesto total) y una composición de la plantilla con elevada proporción de doctores. De nuevo, la diferenciación de las empresas biotecnológicas por estrategia científica y cultural respecto a las farmacéuticas se reafirma entre el sector industrial de la BioRegión de Cataluña.

### En resumen

Este análisis de las empresas proporciona una fotografía de lo que es el sector biotecnológico en Cataluña: un conjunto de empresas jóvenes e intensivas en investigación, aún con muy poco capital pero con expectativas de facturación crecientes, que se diferencia de empresas más consolidadas como las farmacéuticas, tanto científica como culturalmente. La mayoría procede de un entorno empresarial o universitario, algunas de hospitales, y se mantienen en entornos afines. Además, estas empresas, todavía inmaduras, tienen mayoritariamente a su fundador en cargos de dirección general, acceden a capital inicial público o a subven-

ciones, pero poco a capital riesgo, y muchas utilizan un modelo mixto de negocio, combinando producto con plataforma tecnológica. Hay una gran proporción de empresas dedicadas a la biomedicina, con una presencia mucho menor de la biotecnología industrial (blanca) o de la biotecnología verde. Dentro de la biomedicina, son áreas terapéuticas prioritarias la oncología, el sistema nervioso, la dermatología, las enfermedades metabólicas y el sistema cardiovascular, variando un poco la proporción según la fase de I+D o de mercado que se analice, pero globalmente congruente con las prioridades internacionales.

# 8. Análisis de los centros de investigación

**E**l sistema de investigación pública en los ámbitos de la biotecnología, la biomedicina y las tecnologías médicas en Cataluña es complejo y de amplio alcance. Lo configura un importante número de centros, hospitales, universidades y entidades de investigación con numerosas interrelaciones. Su análisis global requiere un estudio exhaustivo y riguroso. En este primer informe, y tal y como se ha avanzado en el capítulo 5, Biocat ha evaluado los centros de investigación y unos primeros datos de los grupos de investigación. Así, las consideraciones que se extraen en este capítulo sobre las áreas de investigación y los sectores de actividad se han matizado teniendo en cuenta que los centros de investigación representan solo una parte de la investigación pública en Cataluña.

Los datos para llevar a cabo el análisis de este capítulo se han obtenido a partir de varias fuentes, por un lado, la encuesta enviada a los responsables del conjunto de centros de la BioRegión. También se ha obtenido información del *Directorio Biocat* y algunos datos han sido cedidos por entidades de la Administración catalana. Se especifica en cada caso su procedencia.

Bajo este paraguas de centros de investigación, se han recogido entidades de titularidad mayoritariamente pública que forman parte del Sistema Catalán de Ciencia y Tecnología: centros de investigación del CERCA, centros de investigación del CSIC e institutos de investigación hospitalarios, según los datos del Comisionado para Universidades e Investigación (febrero de 2009):

- 38 centros de investigación incluidos en el programa CERCA, participados por la Generalitat, 20 de los cuales tienen actividad en los ámbitos de interés del *Informe Biocat* y, de estos, 19 han respondido la encuesta.
- 11 institutos de investigación hospitalarios (IRH) participados por la Generalitat, 6 de los cuales han respondido la encuesta.

- 24 centros de investigación del CSIC, 11 de los cuales tienen actividad en los ámbitos de interés mencionados y, de estos, 9 han participado en el informe.

De manera complementaria, también se ha incorporado la información de los centros tecnológicos incluidos en la recientemente creada red TECNIO de ACC1Ó. Estos centros, creados a partir de la demanda empresarial como apoyo tecnológico para la transferencia tecnológica entre la universidad y la empresa, desarrollan un papel relevante en el sistema como agentes de innovación a partir de los proyectos de investigación desarrollados. De nuevo, se ha invitado a participar a los que tienen actividad en los ámbitos de interés de este informe. En concreto, en él han participado 6 centros tecnológicos, 4 de ellos considerados centros tecnológicos avanzados.

Se han incluido unos primeros datos agregados de los grupos de investigación cedidos por la Agencia de Gestión de Ayudas Universitarias y de Investigación (AGAUR) y también se han integrado datos de la población académica cedidos por el Comisionado para Universidades e Investigación, a fin de ir construyendo la imagen global de la investigación en los ámbitos de la biotecnología, la biomedicina y las tecnologías médicas. En este primer informe no se han incluido centros que tienen como titulares entidades diferentes de las mencionadas, como los centros de los que son titulares varias universidades. Asimismo, universidades y hospitales no están representados en la muestra evaluada, excepto por los IRH mencionados anteriormente.

Para poder comparar los datos sobre centros con el análisis de empresas del capítulo anterior, hemos usado aquí la división de subsectores por los colores de la biotecnología —biotecnología roja, verde y blanca, y tecnologías médicas— (véase Tabla 5), teniendo en cuenta el ámbito de aplicación del conocimiento y la investigación desarrollada por las entidades estudiadas. Esta homogeneización permitirá hacer un análisis

sis comparativo más potente de los ámbitos en los que la investigación incide en futuras ediciones del *Informe Biocat*.

La participación en la encuesta ha sido del 83%, han contestado 40 centros de los 48 invitados a participar (véase relación de centros participantes en el apartado de Bibliografía y tablas).

## 8.1. Visión general

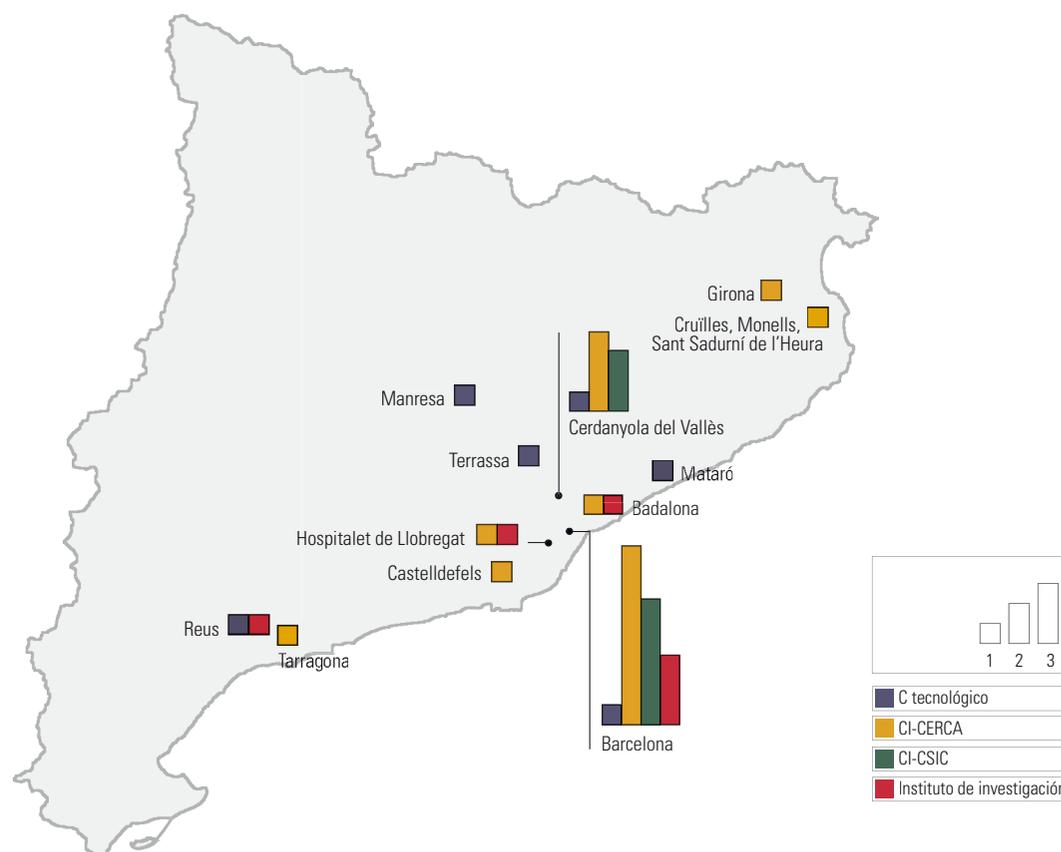
En este apartado se hace un análisis del peso específico de los tipos de centro de investigación que se han incluido en la encuesta, los subsectores en los que realizan sus actividades, su distribución en el territorio y la antigüedad.

De nuevo, debe tenerse en cuenta que muchos de los centros realizan actividades en más de un sector, por lo que se obtiene respuesta múltiple en muchas de las variables analizadas.

Analizando el peso específico de los centros de investigación incluidos en la muestra de este informe, se constata que el 47,5% son centros del CERCA, el 22,5% son centros de investigación del CSIC, el 15% son IRH y el 15% restante corresponde a los centros tecnológicos (Figura 45).

La relevancia de los centros de investigación como integrantes clave de los clústers biomédicos en el ámbito internacional es clara. Así, y recordando lo que se ha comentado en el capítulo 6, en Cambridge (Reino Unido) hay 30 centros de investigación; en Alemania, en el BioTOP de

Figura 45. Distribución geográfica por tipo de centro



Berlín hay 20 centros y en la Biotech Region München se encuentran tres institutos Max Planck y un centro de investigación sobre medio ambiente y salud; en Francia, en el GIP Genopole hay 20 centros de investigación.

### Subsectores de actividad

Los centros de investigación de la muestra evaluada realizan mayoritariamente investigación en biomedicina —que después tendrá su principal aplicación en los ámbitos de la biotecnología roja (60%) y las tecnologías médicas (40%)—, aunque hay un volumen importante de investigación que tiene aplicaciones en la biotecnología blanca y un tercio de los centros realiza actividades de investigación que se puede asociar a aplicaciones en biotecnología verde (Figura 46).

### Los centros de investigación de Cataluña investigan mayoritariamente en biomedicina y nanotecnología. Nuevos biomateriales y medio ambiente son ámbitos crecientes de interés

El 83% de los centros tecnológicos y un número importante de centros de investigación tiene líneas de investigación con aplicación en biotecnología blanca, con actividad relevante en los ámbitos de la nanotecnología, los nuevos materiales y el sector químico.

En cuanto a la biotecnología verde, aparte del conjunto de centros de investigación que trabajan en los ámbitos agroalimentario y medioambiental, también hace investigación en este ámbito un 66% de los centros tecnológicos y cabe destacar dos IRH que trabajan en el ámbito de medio ambiente, participando en estudios de epidemiología ocupacional, salud ambiental, salud respiratoria, contaminación y toxicología ambiental, entre otras.

En lo relativo a la distribución geográfica (Figura 47, página siguiente), en el área metropolitana de Barcelona se encuentran representados todos los subsectores, como también ocurre en la comarca del Vallès Occidental. Hay presencia de biomedicina y de actividades de investigación vinculables a biotecnología industrial en el Maresme, y de tecnologías médicas y biotecnología industrial en Manresa

Figura 46. Subsectores de actividad de los centros de investigación

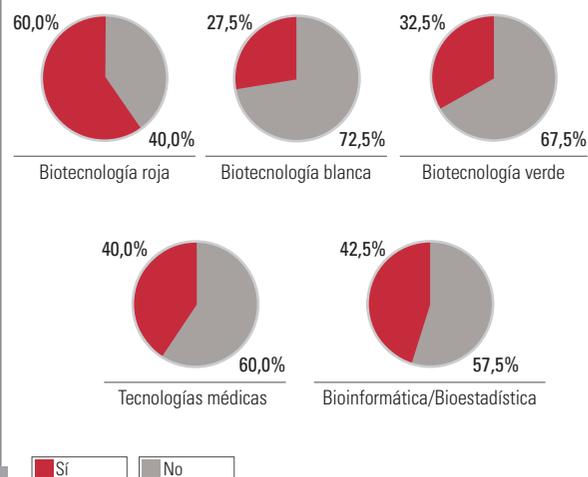
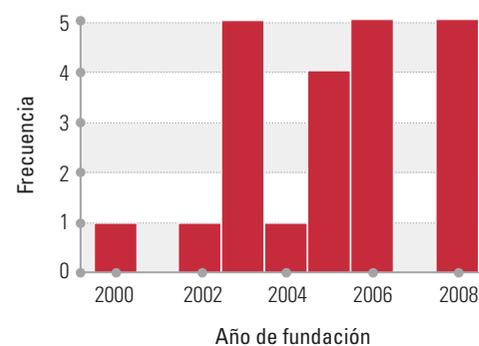
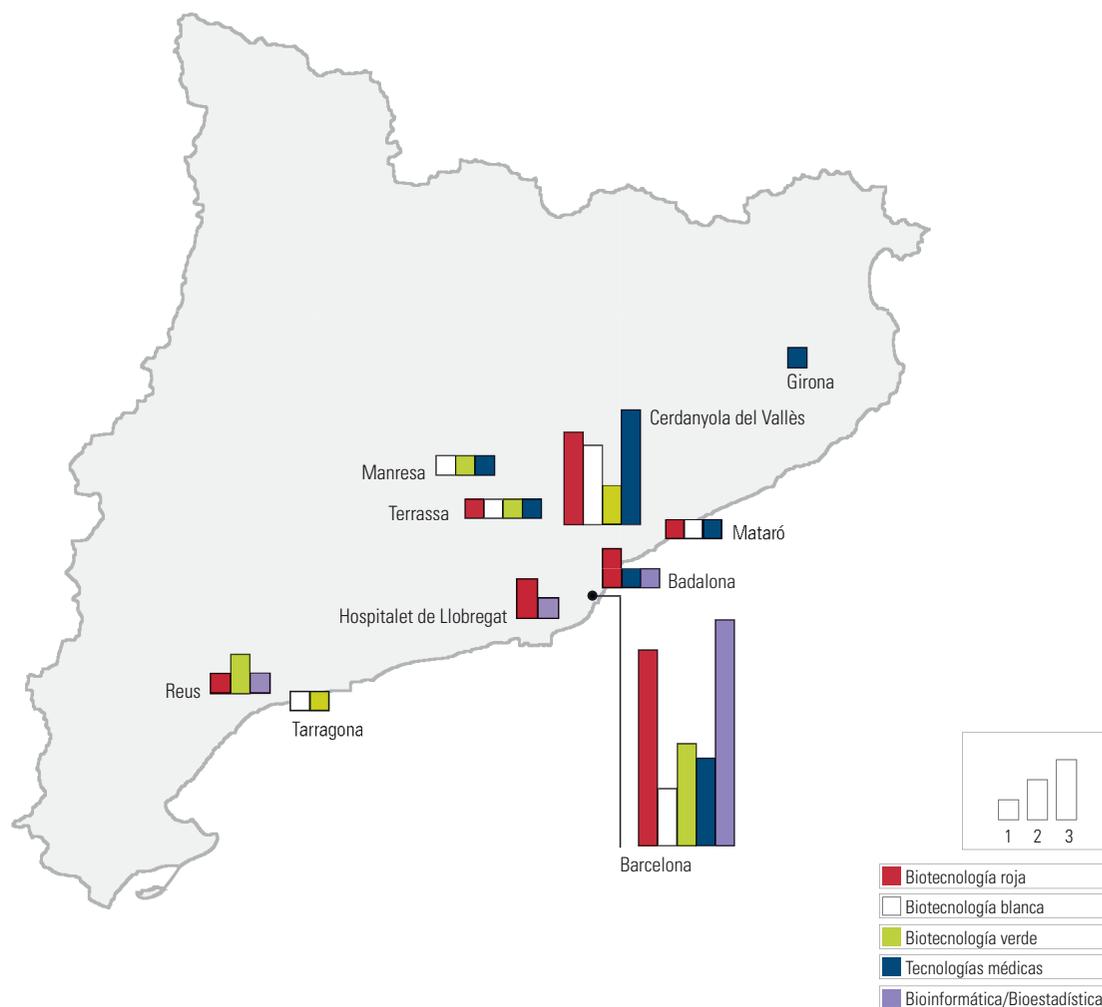


Figura 48. Año de fundación de los centros de investigación



(Bages). Por su parte, en la zona de Tarragona hay bastante presencia de biotecnología verde e industrial, con ejemplos de investigación aplicable a la biotecnología roja en Reus, mientras que los centros de Girona se orientan preferentemente a tecnologías médicas según la muestra evaluada.

Figura 47. Distribución geográfica por subsectores de actividad de los centros de la BioRegión



### Año de fundación de los centros de investigación

Los centros de investigación de Cataluña se han creado en dos marcos temporales diferentes. Los más antiguos, surgidos desde mediados de los años 80 y durante los 90, son mayoritariamente los centros del CSIC, algún centro del CERCA y la mayoría de IRH (Figura 48). El segundo bloque, surgido durante la última década con un pico alrede-

edor del año 2003 y otro en 2005, es el bloque en el que se agrupan los centros tecnológicos y los del CERCA, respectivamente. Pertenece también a este segundo bloque el resto de IRH, nacidos al abrigo de la política de investigación impulsada por la Administración catalana y recogida en el tercer *Plan de Investigación de Cataluña (2001-2004)*,

que se orientó sobre todo a consolidar el sistema de investigación, centrándose en el impulso de los centros y las grandes infraestructuras, así como el apoyo a grandes proyectos de investigación.

### En resumen

En este primer informe se han evaluado centros del CSIC, del CERCA, IRH y centros tecnológicos que hacen investigación en la BioRegión de Cataluña. Los centros del CSIC se fundaron en los años 80 mientras que el resto de centros de investigación son de la década de 2000 y están ubicados mayoritariamente en el área metropolitana de Barcelona. Respecto al subsector de actividad, la mayoría hace investigación en biomedicina, si bien hay porcentajes significativos de investigación que pueden asociarse a aplicaciones en biotecnología blanca y verde, y en cerca de la mitad de los centros encuestados destacan la bioinformática y/o la bioestadística como herramienta transversal y objeto de investigación.

## 8.2. Áreas de actividad

En este apartado se describen los tipos de actividad o sector de conocimiento en el que inciden los centros de investigación. Debido a que, además de investigación, los centros realizan otras actividades relacionadas con los conocimientos técnicos que desarrollan, también se evalúa qué otras funciones llevan a cabo.

### Actividades principales

Teniendo en cuenta que la investigación es el motivo de existencia de los centros, se ha analizado a qué ámbitos de actividad se aplica (Figura 49). La investigación aplicable a biotecnología roja y a tecnologías médicas es el ámbito de trabajo mayoritario y está centrada en el descubrimiento de productos, el diagnóstico (*in vitro*, por la imagen) y los dispositivos médicos, lo cual se corresponde con los resultados del análisis de empresas (apartado 7.2). Ahora bien, la diferencia lógica respecto a las empresas es un menor porcentaje de dedicación a la fabricación de fármacos (el 3% de centros frente al 15% de empresas), ya que en los centros esta actividad suele estar relacionada con el desarrollo de nuevos procesos y tecnologías analíticas y no tanto con la fabricación de nuevos principios activos.

Figura 49. Ámbitos de aplicación de la investigación de los centros

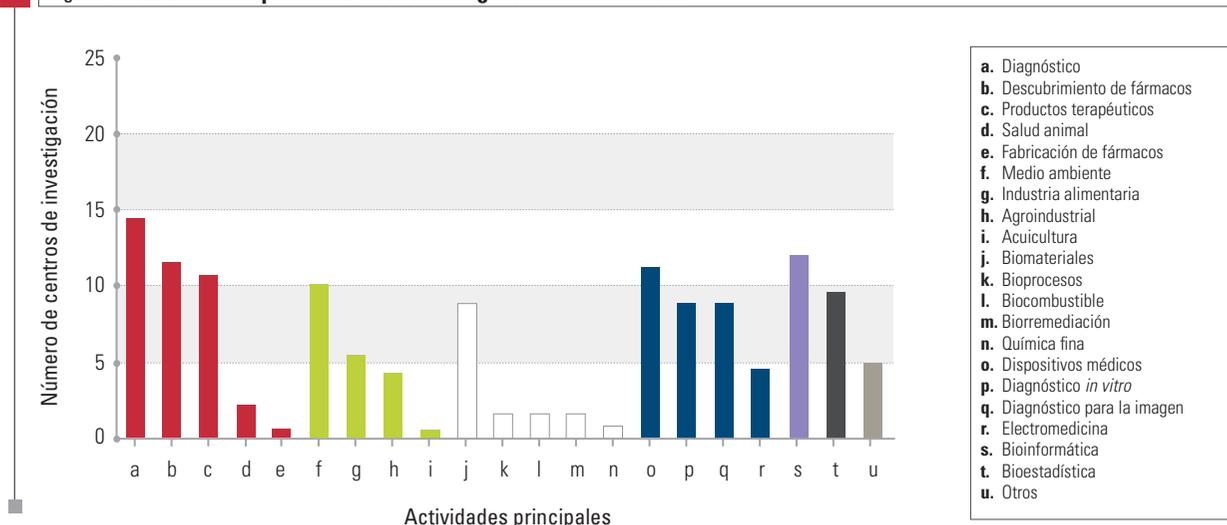
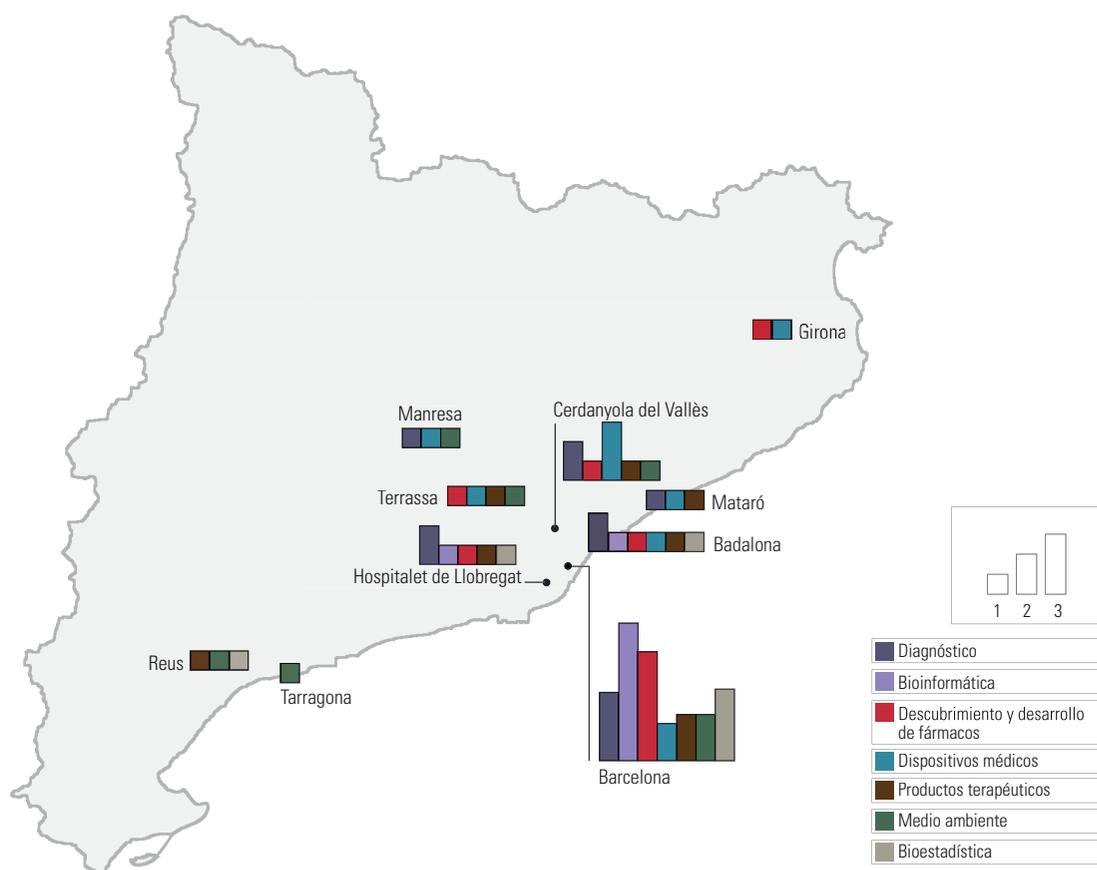


Figura 50. Distribución geográfica por actividades principales de los centros



La bioinformática es también una actividad que se da en una proporción mayor que en las empresas (33% frente a 13%, respectivamente), y la bioestadística, que en las empresas no se consideró porque era muy minoritaria, sí tiene un peso importante en los centros (23%), asociada a las nuevas tecnologías de minería de datos y predicciones *in silico* vinculadas a las ciencias ómicas.

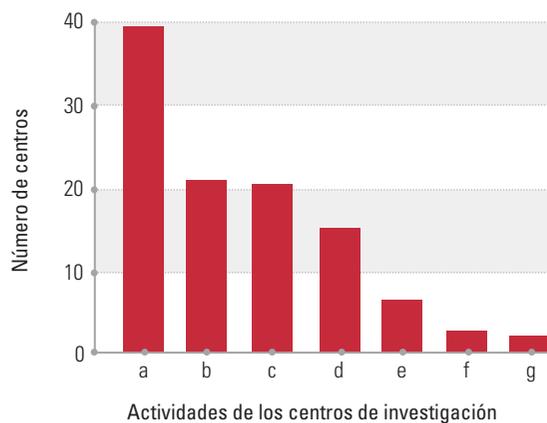
En cuanto a la investigación asociable a la biotecnología blanca, los porcentajes de las actividades de bioprocesos y química fina giran en torno al 6%-8%, equivalentes a los de las empresas. En cambio, hay mucha más dedicación de los centros a los biomateriales (el 20% de centros frente al 4% de empresas). La biorremediación (el 8% de cen-

tros frente al 3% de empresas) es un área emergente, tal y como se indica en el artículo del Dr. Castells en el capítulo 3 de este informe.

En la investigación que se puede vincular con la biotecnología verde también hay diferencias remarcables entre centros y empresas en cuanto a actividades relacionadas con el medio ambiente (25% frente a 4%, respectivamente), mientras que el peso de la agrobiología y la investigación alimentaria es similar entre ambos tipos de entidad.

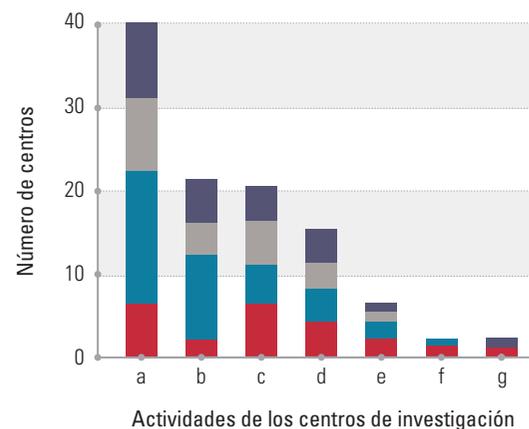
Por distribución geográfica (Figura 50), se observa que Girona, donde se ha identificado presencia del subsector de tecnologías médicas, se centra en actividades relacio-

Figura 51. Otras actividades de los centros de investigación



a. Investigación	e. Consultoría
b. Formación	f. Comercialización
c. Transferencia	g. Otras
d. Servicios	

Figura 52. Actividades realizadas por tipo de centro



IRH	a. Investigación
CI-CSIC	b. Formación
CI-CERCA	c. Transferencia
C tecnológico	d. Servicios
	e. Consultoría
	f. Comercialización
	g. Otras

nadas con dispositivos médicos, aunque también se llevan a cabo actividades vinculadas a la biotecnología roja, como es el descubrimiento de fármacos. En el área de Tarragona encontramos preponderancia de actividades relacionadas con medio ambiente, bioestadística y productos terapéuticos.

### Otras actividades

Los centros de investigación desarrollan un número variable de actividades y funciones, además de la propia investigación (Figura 51). Así, la mitad de los centros encuestados declara en sus respuestas actividades de transferencia tecnológica y de conocimiento, tema al que se ha dedicado un capítulo en este informe (apartado 8.6), en el que se recogen indicadores de colaboraciones y número de

*spin-off* creadas, mientras que en el apartado 8.3 figuran algunos de los indicadores sobre licencias de patentes.

Cabe destacar, entre las demás funciones que realizan los centros de investigación, la formación, que lleva a cabo el 52% de los encuestados y la prestación de servicios (50%). Lógicamente, tienen un peso mucho menor las actividades más *empresariales*, como la consultoría y la comercialización.

Cuando se analiza la distribución de estas otras actividades según la tipología de centro de la muestra (Figura 52), y dejando a un lado la investigación, que es prioritaria para todos, se observan pequeñas variaciones en la prioridad que se da a las demás actividades. La transferencia de tecnología, si bien según las respuestas recibidas es relevante para todos, tiene más peso relativo en los centros

tecnológicos, lo cual es inherente a su modelo. Las principales diferencias se observan en formación —que declara realizar el 42% de los centros del CERCA encuestados y un porcentaje menor de los demás tipos de centros— y en la actividad comercial, muy minoritaria, que prácticamente solo hacen los centros tecnológicos.

### En resumen

Los centros de investigación de la muestra se dedican mayoritariamente a la biomedicina y, en menor medida, a la investigación sobre biomateriales y medio ambiente, áreas que pueden relacionarse con la biotecnología blanca y verde, respectivamente. Detrás de la investigación, su actividad como misión, destacan como actividades de los centros la transferencia tecnológica y la formación (que tiene un peso importante en los centros del CERCA), y en menor proporción, la prestación de servicios.

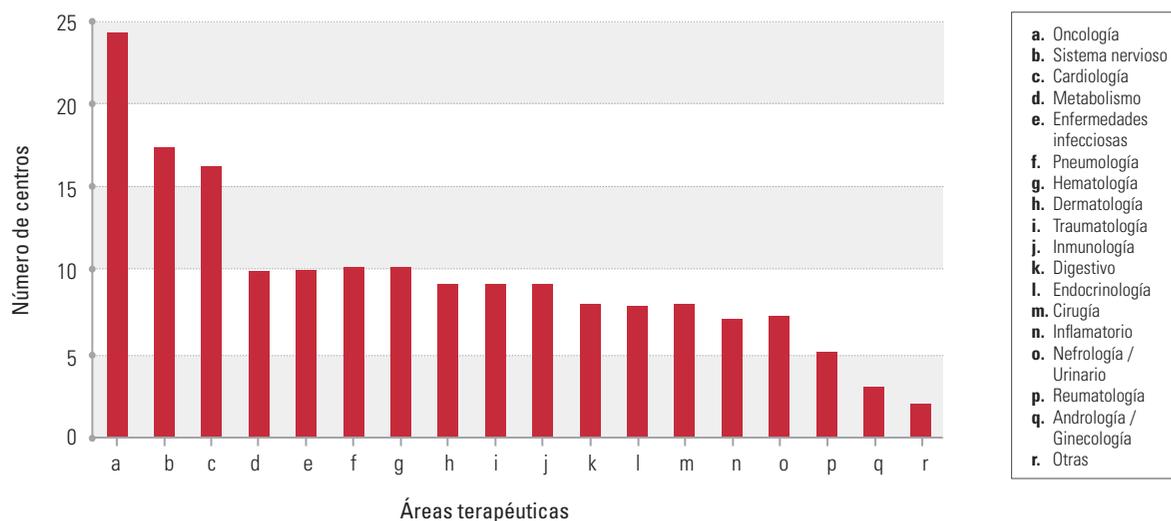
## 8.3. Actividades de investigación

La investigación es un concepto muy amplio y puede tener muchas finalidades y enfoques diversos. Así, un 77% de los centros encuestados manifiesta hacer investigación básica, actividad de la que se excluyen en sus respuestas los centros tecnológicos. Al tiempo, cerca de un 90% de centros ha manifestado también que realiza investigación aplicada, es decir, orientada a la obtención de nuevos productos, procesos y servicios. Sin embargo, el diseño de la encuesta no permite evaluar qué peso específico corresponde a la investigación aplicada en comparación con la investigación básica, un indicador que se incluirá en próximas ediciones del *Informe Biocat*.

### La investigación biomédica pública de Cataluña es potente en oncología, y en sistema nervioso y cardiovascular

Por otro lado, este apartado se centra básicamente en la investigación biomédica —ya que es de la que se dispone

Figura 53. Áreas terapéuticas de los centros de investigación



de un volumen de datos suficiente para analizarla—, y solo se hace mención puntal de la investigación relacionada con aplicaciones en biotecnología industrial o verde.

Así pues, a continuación se detallan las áreas terapéuticas en las que se hace la investigación en el conjunto de centros encuestados y se analiza también en qué procesos de desarrollo participan. En los centros que participan en proyectos de desarrollo, se pretende identificar en qué etapas del proceso de investigación inciden.

De todos ellos se evalúan también los resultados de la investigación obtenidos, entendidos como producción científica y como solicitudes de patentes. También se evalúan las tecnologías innovadoras empleadas mayoritariamente.

### Áreas terapéuticas

Como se ha comentado en apartados anteriores, la práctica totalidad de centros de investigación realiza actividades en el ámbito de la salud humana (60% de biotecnología roja y 40% de tecnologías médicas), y, por tanto, se analiza en qué áreas terapéuticas hacen la investigación.

Cabe destacar el dominio de la oncología (60%), del sistema nervioso central (42%) y de la cardiología (40%). Con el mismo porcentaje, se investiga sobre enfermedades infecciosas, metabolismo, hematología y pneumología (25% cada área). En el caso de las enfermedades infecciosas, se da un esfuerzo importante en tuberculosis y malaria. La dermatología también tiene un peso considerable para los centros de investigación (22,5%).

Comparando los datos obtenidos de los centros encuestados con los datos disponibles sobre investigación clínica que se desarrolla en Cataluña (*Proyecto BEST*, Farmaindustria, 2009), se confirma el peso de la oncología y la cardiología. En cambio, la investigación del sistema nervioso central, prioritaria en empresas y centros, tiene una menor representatividad en los datos clínicos, por lo que se deduce que en las entidades encuestadas se hace mayoritariamente investigación no clínica (investigación básica y también de descubrimiento de nuevos fármacos).

Si comparamos los resultados con lo que hacen los centros internacionales, las áreas prioritarias son casi equivalentes a las de los centros encuestados. Como ejemplo

europeo, se puede destacar el Inserm (Institute National de la Santé et de la Recherche Médicale), en Francia, que tiene como prioritarias las áreas de neurociencias, cáncer, enfermedades infecciosas, sistema circulatorio, metabolismo y nutrición; el Edinburgh BioQuarter (que incluye la Facultad de Medicina de la Universidad de Edimburgo y el Queen's Medical Research Institute) señala las neurociencias, la oncología, cardiovascular, las enfermedades infecciosas y la inf amación como áreas prioritarias con importante esfuerzo en medicina translacional según los datos publicados en la web de Scottish Enterprise. Finalmente, en Estados Unidos, el Instituto Nacional de Salud (NIH), formado por 27 centros de investigación, tiene tres centros dedicados completamente a diferentes vertientes de la investigación del cáncer y dos centros dedicados a salud mental; en el área de cardiovascular lleva a cabo 10.011 ensayos clínicos; en el campo de las enfermedades infecciosas también señala como prioritarias las vacunas contra la tuberculosis, la malaria y el sida; las enfermedades autoinmunes y la investigación aplicada a técnicas no invasivas y de imagen, para lo cual dispone de un centro de bioingeniería, son algunas de las prioridades de esta entidad norteamericana.

### Catalunya es la comunidad autónoma que realiza un mayor número de ensayos clínicos (52,4%) del Estado

Cuando se han analizado cuáles son las áreas terapéuticas mayoritarias en los centros que hacen investigación en tecnologías médicas, se ha obtenido que el 89% de las entidades encuestadas hacen traumatología, un 80% reumatología y el 63% de los centros hacen cardiología y también cirugía. Este resultado es coherente con la importancia que tiene el desarrollo de prótesis, implantes, *stents* (endoprótesis), válvulas, etc., y con el esfuerzo en nuevos biomateriales y en bioingeniería que se lleva a cabo en Cataluña.

En cuanto a la distribución geográfica, en Terrassa y en Manresa hay cierta actividad en las áreas de oncología e investigación cardiovascular, respectivamente, por la presencia de centros tecnológicos establecidos en zonas industriales tradicionales y que hacen parte de esta investigación en laboratorios situados dentro de otras estructuras intensivas en investigación. En Girona, en el Hospital

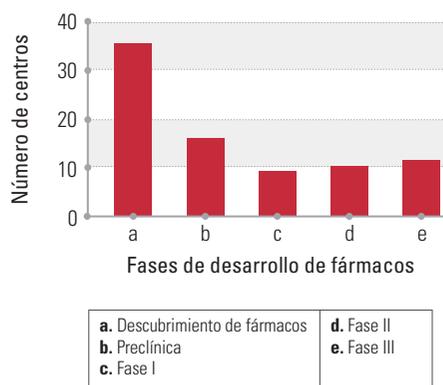
Dr. Josep Trueta, se trabaja en las cuatro áreas terapéuticas mayoritarias, y se ha convertido en referencia internacional en el área de cardiovascular en la investigación relacionada con la muerte súbita.

Finalmente, de los centros que hacen investigación aplicada y participan en procesos de desarrollo de fármacos se analiza en qué fases del proceso inciden.

Así, como se observa en la Figura 54, hay una actividad importante en investigación en descubrimiento y preclínica, en los centros del CERCA y del CSIC. Ahora bien, también estas actividades la desarrollan algunos IRH, tanto internamente como en colaboración con otros centros, como parte del esfuerzo por aumentar una investigación translacional que una los datos clínicos de los pacientes con el descubrimiento de los mecanismos patológicos de las enfermedades y con nuevos mecanismos de acción para fármacos.

La investigación clínica aplicada se realiza en todas las fases de ensayos clínicos regulatorios y se debe principalmente a la actividad de los IRH. Como ya se ha avanzado en el capítulo 6, Cataluña es la comunidad autónoma que proporcionalmente realiza un mayor número de ensayos clínicos de todo el Estado español, es decir, más de la mitad (52,4%), con 2.309 ensayos aprobados en 2007 (*Informe Anual del Sistema Nacional de Salud 2007-Cataluña*, Ministerio de Sanidad y Política Social – Generalitat de Catalunya, 2008).

Figura 54. Tipos de investigación de los centros



Cuando se analizan las fases de ensayos clínicos que los IRH llevan a cabo según los resultados de la encuesta, se detecta cierta preponderancia de estudios de fase III y fase II y menos de fase I. Este dato es coherente con lo que indica el estudio del *Proyecto BEST* (Farmaindustria, 2009), según el cual los estudios de fase III representan el 58% de los ensayos financiados por la industria. En cambio, hay una discrepancia relativa a los estudios de fase I, según el mismo informe, que representan el 4% para la industria farmacéutica, mientras que los datos extraídos de las encuestas del presente informe indican que para los centros constituyen el 23% de los ensayos. Esta diferencia puede atribuirse a los estudios no patrocinados por la industria farmacéutica —en Cataluña se solicitaron 203 ensayos clínicos independientes y se aprobaron 71 en 2007 y una pequeña parte de los primeros estudios de las empresas biotecnológicas que no se contabilizan en el estudio de Farmaindustria.

## Tecnologías y plataformas tecnológicas

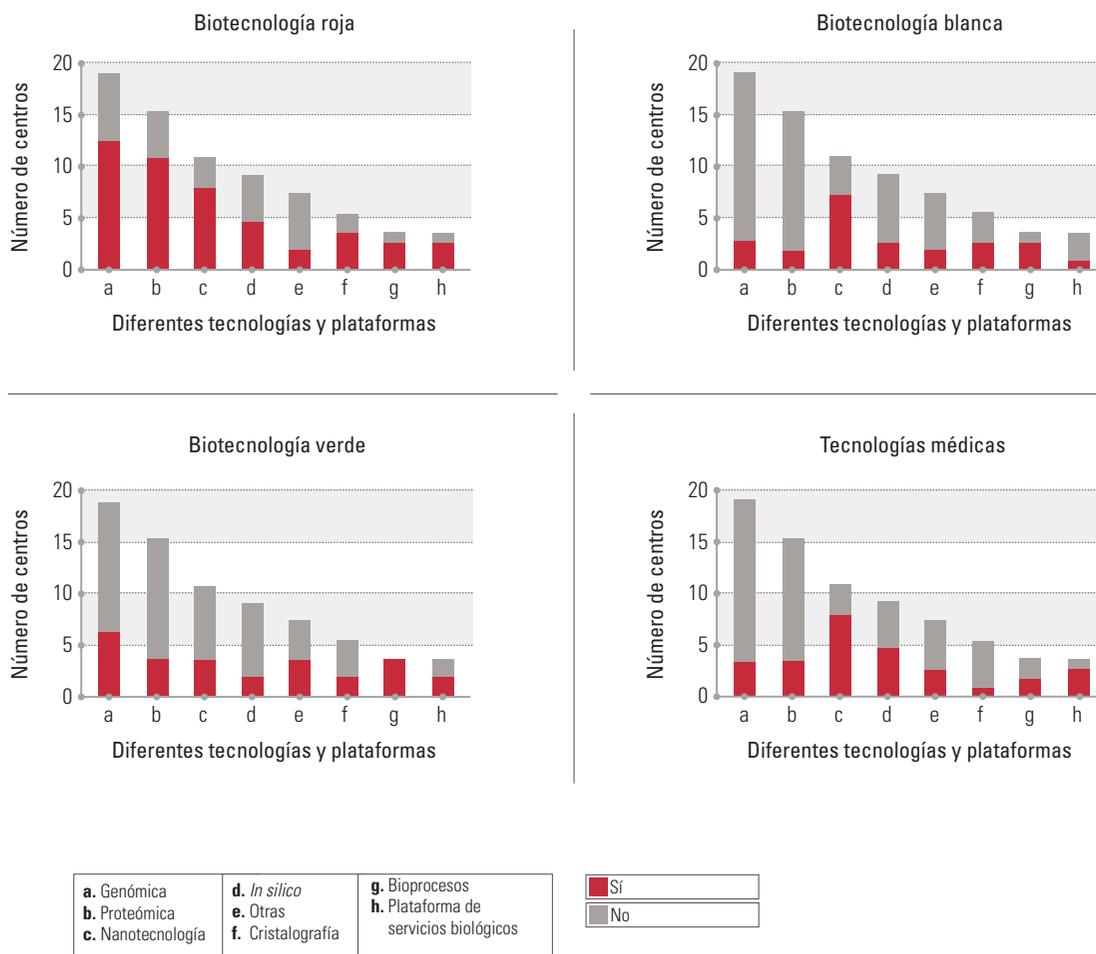
Siguiendo la estructura del capítulo 7, en los centros también se ha llevado a cabo un análisis del uso de varias tecnologías innovadoras. Como consideración global, el uso de estas tecnologías es muy superior en los centros de investigación que en las empresas, que en ningún caso superaban el 15% en el uso de ninguna de las tecnologías evaluadas (véase apartado 7.3).

Cabe destacar el dominio de la genómica y la proteómica, que emplean el 53% y el 43% de los centros, respectivamente, que en algunos de los casos no es de hecho una

## Barcelona es la segunda ciudad del mundo en producción de publicaciones científicas sobre nanomedicina

herramienta, sino su investigación principal. También son importantes las tecnologías *in silico* (25%), que están asociadas mayoritariamente a ámbitos de conocimiento de los que se derivan aplicaciones para biotecnología roja y también para biotecnología verde, como mejoras de semillas y variedades (Figura 55).

La nanotecnología, que es una herramienta transversal, se aplica en el 30% de los centros, y en el capítulo 1 ya

Figura 55. **Tecnologías y plataformas tecnológicas de los centros por subsectores de actividad**

se ha mencionado su relevancia al considerarla una de las cinco tecnologías del futuro. Cataluña ha sido pionera en el Estado español y ha creado centros específicos de esta disciplina que actualmente son referentes internacionales: el Instituto Catalán de Nanotecnología (ICN), el Instituto de BioIngeniería de Cataluña (IBEC), el Centro de Investigación en Nanociencia y Nanotecnología (CIN2) o el Centro de Investigaciones en Bioquímica y Biología Molecular (CIBBIM), especializado en nanomedicina. Actualmente en Cataluña hay 37 grupos registrados repartidos en diferentes centros

y universidades catalanas (*Nanotecnología: ¿qué es y cómo nos afectará?*, Fundación Catalana para la Investigación y la Innovación, 2009). Es más, según publica la Biblioteca Nacional de Medicina de Estados Unidos, que pertenece al NIH, Barcelona es la segunda ciudad del mundo de origen de publicaciones científicas sobre nanomedicina después de Boston y por delante de Londres, Los Angeles o Houston, lo cual queda recogido en el *Plan de Investigación e Innovación de Cataluña 2005-2008*, que identifica la nanotecnología como uno de los siete sectores estratégicos.

Los bioprocesos (10%) se emplean mayoritariamente en los subsectores de la biotecnología blanca y verde, con algunas aplicaciones en biotecnología roja. Tal y como se indica en el artículo del Dr. Castells en el capítulo 3 de este informe, los bioprocesos tratan de utilizar material vivo (agentes biológicos, enzimas, microorganismos...) para sustituir procesos que antes se realizaban con procesos químicos o para crear procesos nuevos que sean más eficientes y sostenibles, tanto por el medio ambiente como por su impacto económico.

Ya se ha comentado anteriormente el impacto creciente de la bioinformática y la bioestadística (20%), que, como las ciencias ómicas, es tanto un servicio como un ámbito de investigación principal de algunos centros. La cristalografía (15%) y las PSB (plataformas de servicios biológicos, con un 10%) son también tecnologías empleadas habitualmente.

### Patentes y otros modelos de protección

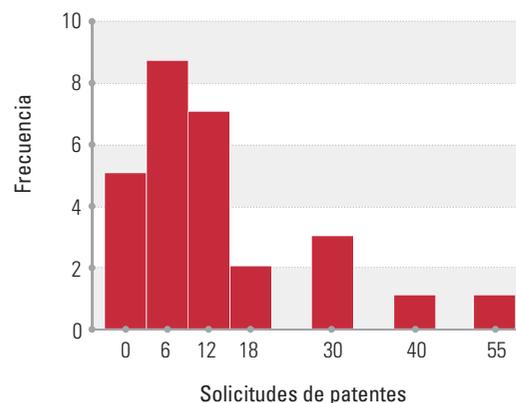
En lo referente a la protección del conocimiento generado por los centros, se han obtenido datos del tipo de instrumentos utilizados y de qué estructuras de apoyo emplean para gestionarla.

En cuanto a los modelos de protección que se utilizan, un 75% de los centros encuestados manifiesta que emplea la patente y un 27,5% declara que usa otros modelos de protección. Solo un 5% de los centros encuestados no ha facilitado esta información.

Si se evalúan las patentes, se observa que la media de solicitudes de patentes se sitúa en 7 por centro. Pero hay algunos centros que pueden llegar a tener entre 35 y 40 (Figura 56), que corresponden a grandes instituciones consolidadas y con mucha participación de investigadores internacionales. Si bien la pregunta se incluyó en el cuestionario, no se pueden dar datos concretos sobre el número de solicitudes presentadas en el Estado español y en Europa, ya que la dispersión de datos obtenidos hace desaconsejable su análisis.

Cuando se analiza el número de solicitudes de patentes presentadas según el tipo de investigación vinculable a los diferentes subsectores de actividad, se observa que los centros más activos son los que hacen investigación aplicable a la biotecnología blanca y a la verde, con una media de 9 solicitudes por centro, una cifra similar a la de

Figura 56. Número de solicitudes de patentes por centro



solicitudes de patentes en bioinformática. Los que menos patentan son los que hacen investigación en tecnologías médicas, con una media de 5 solicitudes por centro, ya que a menudo para estas tecnologías se utilizan otros modelos de protección.

Los centros también licencian patentes, con una media de 1,5 licencias por centro, y muy pocos adquieren patentes (con una media de 0,4 patentes por centro).

Los demás modelos de protección del conocimiento, que como se ha dicho emplean más de una cuarta parte de los centros (27,5%), son el *copyright*, los modelos de utilidad, las marcas, el registro de variedades, el registro de la propiedad intelectual y el secreto industrial.

Finalmente, se evalúa qué tipo de servicio utilizan los centros encuestados para llevar a cabo la protección del conocimiento. Se observa que un 58% de los centros dispone de departamento propio, pero aun así hay un 43% de los centros que emplea servicios de otras entidades públicas (universidades u hospitales) a los que pueden estar asociados, y un 60% de los centros contrata servicios externos de agentes privados.

## Producción científica

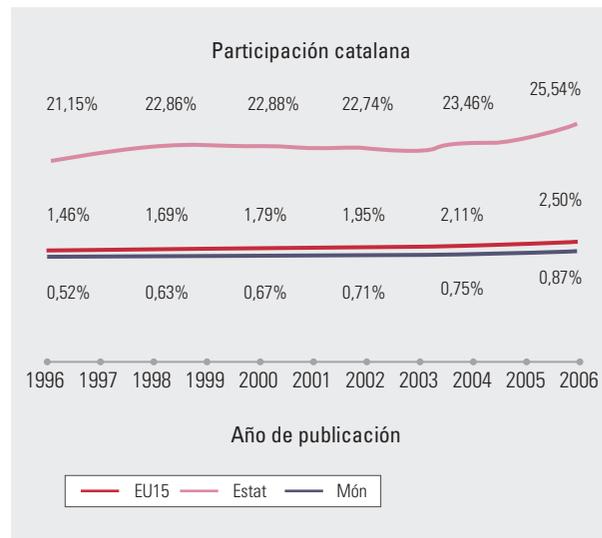
En términos absolutos, la producción científica de Cataluña ha ido creciendo significativamente en la última década hasta llegar a ser el 25,54% de la producción del Estado español (Cuadro 10). Esta producción científica procede mayoritariamente del sector universitario (64,2%), seguido por el sector sanitario, que aporta cerca de una tercera parte (28,0%). Los centros públicos de investigación, por su parte, firman el 14,4% de la producción. Muy por debajo encontramos el sector de empresas y otros agentes (*Caracterización bibliométrica de la producción científica en Cataluña 1996-2006*, CIRIT, 2008). Los cuadros 10 y 11 proporcionan información complementaria sobre la producción científica en biomedicina en Cataluña.

Cuando se analiza la producción científica de los centros encuestados, se pone de manifiesto una elevada variabilidad según el tipo de centro, por lo que se ha optado por evaluarlos por separado (Figura 57). Los centros del CERCA y del CSIC tienen una media por centro de 99 y 72 publicaciones indexadas, respectivamente, mientras que los IRH presentan una media de 398 publicaciones por centro.

Así, la labor investigadora de los IRH en 2007 se ha traducido en 1.793 publicaciones, con un factor de impacto global de 6.189 y un factor de impacto medio del 3,45 (*Caracterización bibliométrica de la producción científica en Cataluña 1996-2006*, CIRIT, 2008).

Cuando se analiza la relación entre estas diferencias en el número de publicaciones y la estructura en cuanto a número de investigadores de los diferentes tipos de centros, se pone de manifiesto que los IRH y los centros del CSIC mantienen un número estable de publicaciones con independencia del número de doctores del que disponen, pero no es así en los centros del CERCA (Figura 58). En estos últimos se ha detectado un factor de crecimiento proporcional entre el número de publicaciones y el número de doctores que tiene cada centro: cuantos más doctores, más publicaciones. Esta proporcionalidad tiene dos excepciones, que son los centros CERCA vinculados a hospitales —que aunque pertenecen al programa CERCA en cuanto a temas administrativos, funcionalmente se comportan como IRH, y que, por tanto, tienen un porcentaje muy alto de publicaciones. La razón de esta diferencia en número de publicaciones hay que buscarla en el tipo de datos que se manejan: los IRH y los centros CERCA vin-

**Cuadro 10. Producción científica de Cataluña respecto al resto del Estado español, Europa y el mundo**



■ Fuente: *Caracterización bibliométrica de la producción científica en Cataluña 1996-2006*, CIRIT, 2008

**Cuadro 11. Producción de las universidades catalanas en el ámbito de la biomedicina**

En este sector y por volumen de producción (número de documentos), las disciplinas con mayor actividad son:

- Bioquímica y biología molecular (2.363)
- Neurociencias (1.311)
- Farmacología (1.095)
- Microbiología (1.057)

Según la media de citas por documento, las disciplinas con mayor visibilidad son:

- Gastroenterología y hepatología (18,93)
- Enfermedad vascular periférica (17,76)
- Hematología (17,54)
- Genética (17,07)
- Oncología (15,99)
- Medicina forense (17,43)
- Bioquímica y biología molecular (15,40)

■ Fuente: *Caracterización bibliométrica de la producción científica en Cataluña 1996-2006*, CIRIT, 2008

Figura 57. Producción científica por tipo de centro

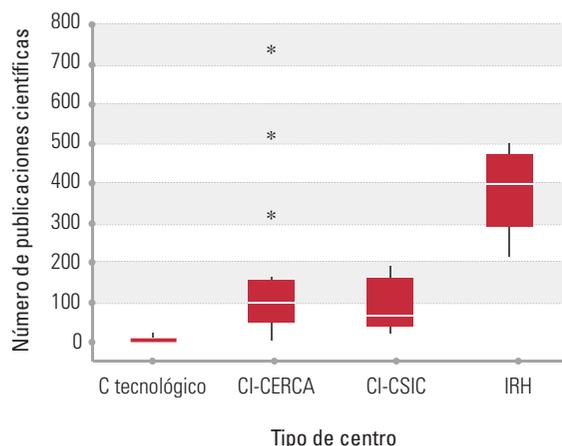
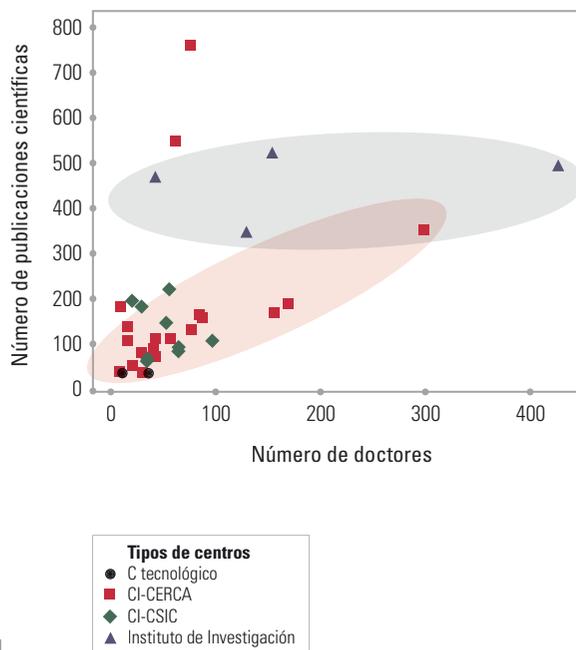


Figura 58. Producción científica por número de doctores y por tipo de centro



culados a hospitales publican resultados de investigación médica, que no se puede hacer en la gran mayoría de los centros del CERCA o del CSIC.

Estos datos están en línea con lo que establece el estudio *Evolución de la productividad científica de España en biomedicina 1981-2006* (REDES, 2008), según el cual el 56,9% del total de publicaciones de Cataluña pertenece al ámbito biomédico, con una actividad del sector sanitario (hospitalario) a menudo igual o mayor a la del sector. Este sector sanitario también presenta un incremento de la visibilidad (proporción de citas por documento) y una progresiva internacionalización de las publicaciones: así, un 10,9% del total de documentos los firman investigadores procedentes de 5-6 entidades de diferentes países de media.

Finalmente, los centros tecnológicos prácticamente no publican. Este es un hecho inherente a su estructura y a su sistema de financiación, en parte privado, por el que este indicador de número e impacto de publicaciones no es crítico. La suya es una investigación fundamentalmente aplicada y próxima al mercado, por lo que actúan en este sentido más bien como una industria que como un centro público.

### Grupos de investigación

Debido a que para este primer *Informe Biocat* no se ha encuestado directamente a los grupos de investigación, una estructura clave dentro del ámbito de la investigación pública, se ha colaborado con la Agencia de Gestión de Ayudas Universitarias y de Investigación (AGAUR). Esta entidad ha cedido los datos agregados de los ámbitos de conocimiento o disciplinas seleccionados previamente por Biocat y que se corresponden con el sector objeto de este informe (biotecnología, biomedicina y tecnologías médicas) del sistema catalán de investigación e innovación.

La AGAUR gestiona la principal línea de ayudas financiada por el gobierno de la Generalitat de Catalunya para apoyar a los grupos de investigación, que es la convocatoria SGR. Esta convocatoria, además de posibilitar la financiación basal a los grupos mejor evaluados, también establece el mapa de grupos de investigación de Cataluña en todos los ámbitos científicos.

En la última convocatoria SGR 2009-2013 se presentaron 1.518 grupos de investigación, que reúnen a 22.120 inves-

tigadores/as, una cifra suficientemente representativa, si se tiene en cuenta que en Cataluña se calcula que hay unos 25.000. En esta convocatoria se han repartido casi 36 millones de euros (*Estadísticas resolución SGR 2009*, AGAUR, 2009).

### El 42% del presupuesto de la convocatoria de SGR 2009-2013 (AGAUR) se destina a grupos de investigación relacionados con biomedicina y biotecnología

La tipología de los grupos y su peso específico, según la clasificación de la convocatoria 2009-2013, es:

- Los GIE (grupos de investigación emergentes) representan el 24%. Son los grupos con una breve trayectoria conjunta de trabajo (desde o posteriormente a 2005 y hasta la fecha de esta convocatoria), pero que tengan como objetivo consolidar el grupo en el marco de esta convocatoria. Deben estar formados por un mínimo de tres miembros (dos doctores) y un máximo de diez.
- Los GIC (grupos de investigación consolidados) representan el 71%. Son grupos en los que la mayoría de miembros del grupo muestra una trayectoria conjunta de trabajo durante los últimos cuatro años, así como cohesión y convergencia de sus líneas de investigación con publicaciones científicas conjuntas, proyectos comunes, actividades de transferencia de tecnología o divulgación del conocimiento en la sociedad. Deben estar formados por un mínimo de cinco miembros (tres doctores).
- Los GIS (grupos de investigación singulares) son el 5% de los grupos, aquellos que no cumplen los requisitos mínimos para que se consideren grupos de investigación consolidados, pero que cuentan con una trayectoria de trabajo conjunto, coherente y destacado entre sus miembros, desarrollada durante los últimos años.

El crecimiento de la convocatoria 2009-2013 respecto a la de 2005-2009 es significativo, tanto por el presupuesto global de las ayudas otorgadas (con un incremento de más del 50%) como por el número de solicitudes recibidas (casi un 40% más). El ámbito donde el crecimiento en número

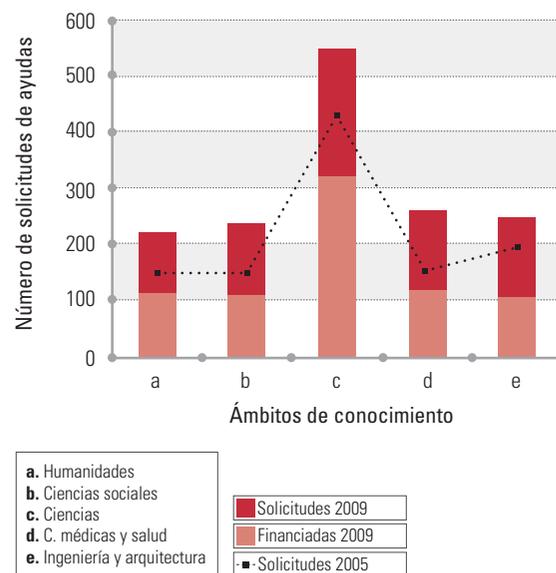
de solicitudes ha sido más importante es el de ciencias médicas y de la salud, para el que se ha recibido un 68% más de solicitudes que en ediciones anteriores, aunque ciencias continúa siendo el ámbito mayoritario en número total de solicitudes.

El 84% del total de las 1.518 solicitudes de la convocatoria 2009 ha recibido una resolución favorable: el 33% de los equipos ha obtenido el reconocimiento oficial como Grupo de Investigación de la Generalitat de Catalunya y el 51% ha recibido financiación.

Por disciplinas, ciencias es la que más éxito ha tenido en esta convocatoria 2009-2013, con más del 59% de las solicitudes financiadas, mientras que en los demás ámbitos solo ha recibido financiación cerca del 50% de las solicitudes (Figura 59).

Ahora bien, debido a que las 1.518 solicitudes corresponden a cinco ámbitos de conocimiento, de los que dos claramente caen fuera del interés del estudio (humanidades y socia-

Figura 59. Evolución de las solicitudes de ayudas a la convocatoria de apoyo a los grupos de investigación por ámbitos de conocimiento



les) y en los otros tres (ciencias, ciencias médicas y de la salud, e ingenierías) no todas las disciplinas estarían incluidas en el ámbito del *Informe Biocat*, solo un 38% de las solicitudes presentadas en la convocatoria estaría incluido en la evaluación, de las que se presenta el porcentaje financiado en la Figura 60 y que representarían un total de 15 millones de euros de los 36 millones asignados a la convocatoria.

Por tipología de grupos, este 38% de solicitudes se distribuye en un 40% de Grupos Consolidados (del total del 71% clasificados como tales), un 34% de Grupos Emergentes (frente al 24% totales) y un 34% de Grupos Singulares (del 5% totales). Se observa que los grupos emergentes y singulares están adquiriendo una representatividad importante dentro del ámbito de este informe.

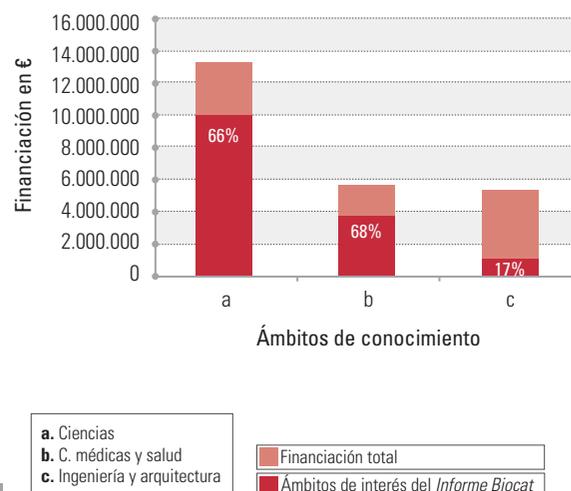
También cabe mencionar que un número significativo de estos grupos de investigación forma parte de diferentes programas de redes estatales, como los CIBER (Centros de Investigación Biomédica en Red) y las RETICS (Redes Temáticas de Investigación Cooperativa Sanitaria).

Los CIBER reúnen grupos de investigación que pertenecen a diferentes entidades públicas o privadas y que tienen líneas y objetivos de investigación centrados en un área común específica del ámbito de la salud. El objetivo del CIBER es hacer investigación de alto nivel, integrando todo el conocimiento estatal e impulsando la transferencia de tecnología.

Cataluña, con el 33,85%, es la comunidad autónoma que aporta un mayor número de grupos (Figura 61), en total 87 y lo hace en los nueve CIBER existentes (*Informe Anual del Sistema Nacional de Salud 2007*, Ministerio de Sanidad y Consumo).

Por su parte, las RETICS son estructuras organizativas formadas por centros o grupos de investigación en biomedicina pertenecientes como mínimo a cuatro comunidades autónomas diferentes y asociados al Instituto de Salud Carlos III. El objetivo es la transferencia de tecnología y se financian a través de un acuerdo entre el Ministerio de Sanidad y Consumo y Farmaindustria (Orden SCO/709/2002, de 22 de marzo, Boletín Oficial del Estado, 2002). A la convocatoria de 2007, para cuatro años, el presupuesto para RETICS fue de 8 millones de euros (Ingenio 2010). En total en Cataluña se contabiliza que hay 63 redes con una inversión de cerca de 19 millones de euros.

**Figura 60. Financiación de grupos de investigación en los ámbitos de interés del Informe Biocat**



**Figura 61. Participación de grupos de investigación de Cataluña en los diferentes CIBER**

Grupos de investigación incluidos en los CIBER 2007										
	Ciber 01	Ciber 02	Ciber 03	Ciber 04	Ciber 05	Ciber 06	Ciber 07	Ciber 08	Ciber 09	Total
<b>Cataluña</b>	12	18	8	7	8	8	11	9	6	<b>87</b>
<b>Total CIBER</b>	35	41	23	31	34	22	36	17	18	<b>257</b>

**Ciber 01:** bioingeniería, biomateriales y nanomedicina  
**Ciber 02:** epidemiología y salud pública  
**Ciber 03:** fisiopatología de la obesidad y nutrición  
**Ciber 04:** enfermedades hepáticas y digestivas  
**Ciber 05:** enfermedades neurodegenerativas  
**Ciber 06:** enfermedades respiratorias  
**Ciber 07:** enfermedades raras  
**Ciber 08:** diabetes y enfermedades metabólicas  
**Ciber 09:** salud mental

\*CIBER: Centros de Investigación Biomédica en Red  
Fuente: *Informe Anual del Sistema Nacional de Salud 2007*, Ministerio de Sanidad y Consumo, 2008.

### En resumen

Las cinco áreas terapéuticas en las que se centra el trabajo de los centros de investigación son, por orden de mayor a menor, la oncología, el sistema nervioso, el sistema cardiovascular, las enfermedades infecciosas y el metabolismo. En todos los centros se lleva a cabo investigación básica y un 90% declara hacer investigación aplicada. En cuanto a esta investigación aplicada, evaluada por actividades de desarrollo de fármacos, en los centros del CSIC y del CERCA tienen preponderancia las fases de descubrimiento y preclínica, que son menos importantes en los IRH; estos se centran en investigación clínica aplicada, con esfuerzo creciente en investigación translacional.

La protección del conocimiento que se genera en esta investigación se hace mayoritariamente mediante patentes, pero todavía se generan muy pocas

licencias. En cambio, hay un volumen importante de producción científica, con un alto índice de impacto, en los centros del CERCA y del CSIC y, sobre todo, en los IRH.

Las tecnologías pioneras más utilizadas son las ómicas, en investigaciones relacionadas con la biotecnología roja y verde, y la nanotecnología, que es una herramienta transversal para todos los subsectores, y que dispone de centros de referencia internacional, donde constituyen el núcleo de su investigación.

Finalmente, los ámbitos de biotecnología, biomedicina y de tecnologías médicas representan más de un tercio de la investigación que actualmente se lleva a cabo en los grupos reconocidos por la Generalitat de Catalunya.

## 8.4. Recursos

En este apartado se han estudiado los recursos que necesitan los centros encuestados para llevar a cabo su actividad. Como recursos se han evaluado los financieros (el presupuesto de investigación de los centros) y los estructurales (espacios disponibles), así como la estructura jurídica que los soporta. No se ha incluido el capital humano, ya que tiene suficiente relevancia por sí solo y se le ha dedicado un capítulo aparte.

### Estructura jurídica

En cuanto al tipo de personalidad jurídica, la fundación privada es la fórmula mayoritaria utilizada por las entidades encuestadas (el 78% de centros del CERCA; el 83% de los IRH y el 100% de los centros tecnológicos). De manera más puntual, se encuentran centros que tienen estructura de consorcio, compuestos por universidades, hospitales y entidades públicas o privadas, o forma jurídica de empresa pública. La distribución en los centros del CSIC es ligeramente diferente: hay una tercera parte

de consorcios y el 66% restante es de titularidad propia de los CSIC, es decir, que son organismos públicos de investigación (OPI).

### Presupuesto de investigación

La estructura de financiación de los centros de investigación es compleja, ya que a menudo los fondos proceden de diferentes entidades. Estas entidades son mayoritariamente públicas, como administraciones locales o autonómicas, diferentes ministerios del gobierno central y varios organismos europeos. También hay fondos de origen privado procedentes del mecenazgo (Fundación Vall d'Hebron de Investigación Oncológica, Centro de Investigación Biomédica Esther Koplowitz, etc.), de donaciones (fondos recaudados y gestionados por la Fundación Marató de TV3, por ejemplo) y de patrocinios (de entidades financieras como Banco Santander, o de la obra social de diferentes cajas que tienen programas de becas o de subvenciones a proyectos de investigación, como IRSI-Caixa, etc.).

En este apartado es importante aclarar que todo el presupuesto asignado se considera presupuesto de investigación, y por eso no se ha considerado, como en el análisis de las empresas, el porcentaje de presupuesto de investigación respecto al presupuesto total. Así, según los resultados de la encuesta realizada, de acuerdo con el presupuesto del que disponen, los centros se distribuyen principalmente en tres grupos (Figura 62).

En el rango de 500.000 a 1.000.000 de euros, que representa el 20% del total y corresponde fundamentalmente a los centros tecnológicos; en el de 2 a 5 millones de euros, que representa un 28% de la muestra y que corresponde a una gran parte de los centros del CERCA (próximo al 65%) y del CSIC; y en el rango de más de 10 millones de euros, que reúne al 28% del total de centros, mayoritariamente los IRH y el resto de centros del CERCA.

Según datos del Comisionado para Universidades e Investigación (DIUE) de 2009, el presupuesto de funcionamiento para 2008 de los centros del programa CERCA en los ámbitos de interés de este *Informe Biocat* fue de algo más de 221 millones de euros. Este presupuesto se distribuye en fondos competitivos (un 33,5% públicos y un 5,3% privados) y fondos no competitivos (51,1% públicos y un 10,1% privados).

El Departamento de Salud destinó en 2008 aproximadamente 16,2 millones de euros como gasto directo para programas de apoyo a la investigación y a centros e infraestructuras, y 132 millones de euros en gastos indirectos. En 2009 invierte casi 209 millones de euros (24,6 millones en apoyo a la investigación e infraestructuras, y 184 millones en gastos indirectos), lo cual supone un incremento del 28% en el presupuesto destinado a investigación.

### Espacios ocupados

En cuanto a la ocupación del espacio, cerca de la mitad de los centros (48%) dispone de entre 1.000 y 5.000 m<sup>2</sup> y un 28% de los centros ocupa entre 5.000 y 10.000 m<sup>2</sup> (Figura 63). Un 18% de los centros dispone de menos de 1.000 m<sup>2</sup>. Por tipología, prácticamente dos tercios de los centros tecnológicos ocupan menos de 1.000 m<sup>2</sup>, mientras que en los demás tipos de centros la distribución es más aleatoria.

Figura 62. Presupuesto de los centros de investigación

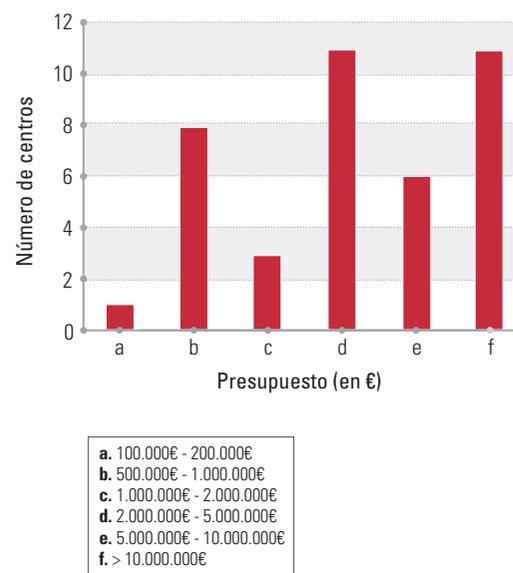
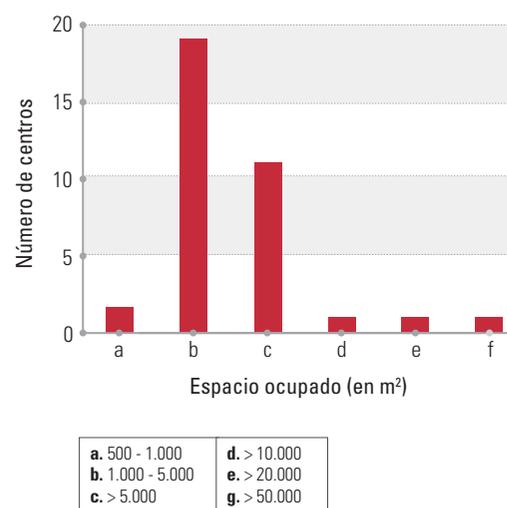


Figura 63. Espacios ocupados por los centros de investigación



### En resumen

Los centros de la muestra evaluada son mayoritariamente fundaciones privadas que se financian en gran parte de fondos públicos y, en menor medida, de fondos privados. El presupuesto dedicado a investigación es bastante variable; el menor es el de los centros tec-

nológicos, en el entorno de 1 millón de euros anual por centro y, en cambio, cerca de un tercio de la muestra —mayoritariamente IRH— tiene presupuestos superiores a los 10 millones anuales por centro. El espacio medio ocupado por centro es de entre 1.000 y 5.000 m<sup>2</sup>.

## 8.5. Capital humano

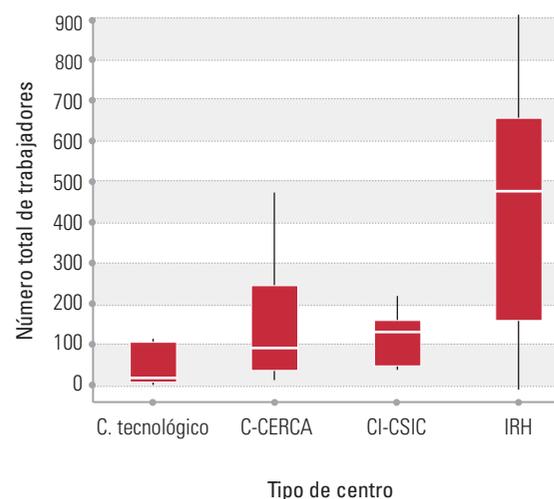
En este apartado se evalúa el número de trabajadores y su cualificación en relación con la actividad de investigación. Igual que con el presupuesto, en los centros se considera que todo el personal está dedicado a investigación, a diferencia de lo que se ha visto en el análisis de empresas, sobre todo en el caso de las más consolidadas, que tienen una parte importante del equipo dedicada a tareas como producción o comercialización, y no directamente implicada en investigación.

En este apartado también se ha querido incluir al futuro del sector, es decir, a los estudiantes que se están formando en estas disciplinas y en las nuevas titulaciones que facilitarán su integración en el mundo laboral. La visión que se da aquí del entorno académico catalán se ha elaborado a partir de los datos agregados cedido por el Comisionado para Universidades e Investigación (DIUE).

### Número de trabajadores

La distribución del número de trabajadores es bastante heterogénea, con rangos muy variables. No se ha encontrado relación entre el número de trabajadores y el año de fundación del centro, pero sí que hay correlación con el tipo de centro (Figura 64). Así, los centros con más trabajadores son en general los IRH, que como se ha visto concentran el mayor presupuesto. Estos institutos tienen una media de 496 trabajadores, pueden llegar a tener más de 650 en algunos casos y muy raramente tienen menos de 230 trabajadores, como demuestra el límite inferior de la caja (*box-plot*).

Figura 64. Número de trabajadores por tipo de centro



En cuanto a los centros de investigación del CERCA y del CSIC, la dimensión de sus plantillas es bastante más pequeña que la de los institutos; la media de trabajadores es de 101 y 138, respectivamente, con alguna excepción.

Los centros tecnológicos tienen mayoritariamente una media de 25 trabajadores. Cabe destacar que el número total de trabajadores de estos centros tecnológicos es, en todos los casos, mucho más elevado, pero a los efectos de su participación en el *Informe Biocat 2009* se les solicitó

que solo tuvieran en cuenta la parte del equipo que trabaja en investigación vinculada a los ámbitos de biotecnología, biomedicina y tecnologías médicas.

### Nivel de formación profesional

Por las características inherentes a los centros de investigación, el nivel formativo de los profesionales que trabajan en ellos es mayoritariamente de tercer ciclo (95% de doctores) y segundo ciclo (90%) (Figura 65). A diferencia de lo que se ha visto en las empresas, hay una presencia significativa de diplomados (88%). Además, hay un 45% de estos profesionales que han estudiado másters/MBA.

En este apartado se ha tenido en cuenta a los becarios (73%), pese a ser más una cualificación de estatus profesional que relativa a la titulación académica, debido a que

suelen ser estudiantes pre y postdoctorado que todavía no tienen un cargo titular dentro de la plantilla de los centros.

Cuando se han evaluado las proporciones relativas de estas titulaciones en las plantillas, lo más habitual es que haya más de un tercio de trabajadores con formación de doctorado y de licenciatura, y aproximadamente un 10% del total de diplomados y becarios.

Aun así, hay diferencias según el tipo de centro y el tipo de formación que se analice. Los centros tecnológicos son los que menos proporción de doctores tienen, mientras que no hay diferencias entre los otros tres tipos de centros. En cambio, los IRH incorporan un mayor número de licenciados, diplomados y becarios respecto a los otros tres tipos de centros, lo cual se relaciona con el mayor número total de trabajadores que tienen.

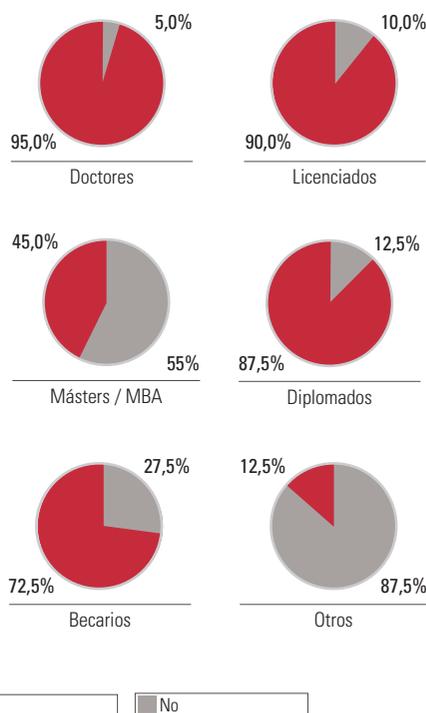
### Estudiantes del sector en las universidades catalanas

En este apartado se presenta la situación actual del entorno académico catalán, a partir de los datos agregados cedidos y/o publicados por el Comisionado para Universidades e Investigación (DIUE). En primer lugar, se hace una evaluación de los estudios que encajan con el sector y después se analiza la proporción de estudiantes, titulados y profesorado que corresponde.

Actualmente, el sistema universitario catalán está constituido por 12 universidades (7 públicas y 5 privadas). Por número de alumnos, las privadas representan el 10% de los estudiantes; la no presencial, el 19%, y las públicas acogen a la mayoría de estudiantes, con un 71% del total. Estas universidades reúnen a más de 17.000 profesores/as, cerca de 220.000 estudiantes y 881 estudios, de los que el 88% ya está diseñado de acuerdo con los criterios del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

Aproximadamente el 18% de estos estudios, que equivale a 155 titulaciones del EEES, está relacionado con los ámbitos de interés de este informe (biotecnología, biomedicina y tecnologías médicas). Los estudios se imparten en 10 universidades, aunque la Universitat de Barcelona, la Universitat Autònoma de Barcelona y la Universitat Politècnica de Catalunya concentran casi el 60% de los estudios (Figura 66).

Figura 65. Nivel de formación de los profesionales de los centros de investigación



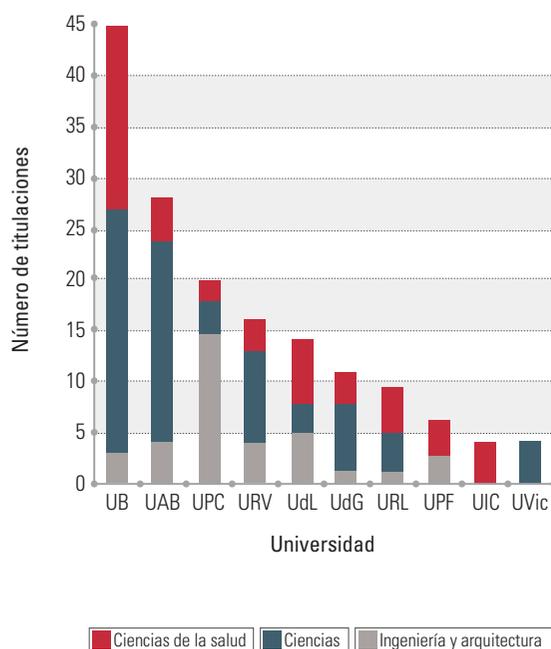
## Cuadro 12: Espacio Europeo de Educación Superior (EEES)

La construcción del **Espacio Europeo de Educación Superior (EEES)** permite potenciar la calidad y la competitividad internacional de la educación superior en Europa, lo cual posibilita un aumento de la movilidad y de la ocupación de los titulados universitarios europeos. Este sistema está basado en una estructura comparable de titulaciones y a la larga ha de permitir que Europa fomente su crecimiento económico y social. La Declaración de Bolonia de 1999 es el documento de referencia inicial de todo este proceso. Los estudios existentes anteriores al espacio europeo de educación superior se estructuraban en ciclos (1r ciclo, 1º y 2º ciclo, 2º ciclo y 3r ciclo) y toman como medida de la carga lectiva el crédito; el nuevo sistema establece tres tipos de estudios: grado, máster y doctorado.

De este 18% de titulaciones que corresponden al ámbito de interés, el 48% son en ciencias, el 28% en ciencias de la salud, el 21% en ingeniería y arquitectura, y el 3% en ciencias sociales y jurídicas. Esta última área se incluye debido al creciente número de titulaciones en gestión de la innovación tecnológica que ofrecen, de las que ya hay una titulación enfocada a la creación de empresas innovadoras (Máster de "Creación y gestión de empresas innovadoras y de base tecnológica" de la UB). La Biotecnología se imparte en 6 de las 10 universidades.

Además, dentro de este 18% de estudios relacionados, este año se han inaugurado 26 estudios completamente nuevos. De estos, los que han tenido más solicitudes de matrícula son principalmente: los grados en ingeniería biomédica de la UPC, en ciencias biomédicas de la UB, en biotecnología de la UB, en biología ambiental de la UAB, en ciencias biomédicas de la UAB y en genética de la UAB (*Comienza el curso 2009-2010*, nota de prensa del Departamento de Innovación, Universidades y Empresa, 2009).

Figura 66. **Oferta de estudios universitarios en Cataluña en el ámbito de la biotecnología, la biomedicina y las tecnologías médicas**



Respecto al número de estudiantes y de PDI (profesores docentes investigadores) con grado de doctor, los datos que se utilizan corresponden al curso 2007-2008. Puesto que en este período se llevó a cabo la transformación del sistema educativo existente hasta entonces, puede haber cierto sesgo en los resultados obtenidos respecto a la situación actual.

Cuando se evalúa el número de estudiantes se tienen en cuenta los de nuevo ingreso, los que conforman la población académica y los titulados:

- Estudiantes de nuevo ingreso (4.800 alumnos en los ámbitos de interés del informe): el 54% corresponde a los de ciencias, el 31% a los de ciencias de la salud y el 15% a los de ingenierías y arquitectura.
- Estudiantes matriculados (226.000 alumnos de población académica cuyo 11% corresponde a los ámbitos de interés del informe), las proporciones son: ciencias de la salud (40%) es mayoritario por delante de las ciencias (38%) y siempre seguido por ingeniería y arquitectura (22%).
- Nuevos titulados (4.600 alumnos en los ámbitos de interés del informe): 40% corresponde a las ciencias, el 42% a las ciencias de la salud y el 18% a ingeniería y arquitectura.

El número de PDI con grado de doctor que se dedican a asignaturas del ámbito de interés de este informe representa un tercio del total (29%). Lo más importante ha sido el esfuerzo de la universidad de los últimos años al reducir el ratio de alumnos por profesor en todas las titulaciones, no solo las de ámbito de interés del informe. Así, el número de personal docente e investigador ha experimentado un crecimiento anual ponderado del 2,8%, que ha supuesto pasar de 15 alumnos por profesor en 2001 a los 11 actuales, lo cual nos acerca a Harvard (ratio de 9,5) e incluso mejora a Cambridge (ratio de 15,5) y a la Sorbona (ratio de 17,9) (según datos de 2007-2008 extraídos de las respectivas webs de estas universidades).

### En resumen

El número de trabajadores es muy diferente según el tipo de centro de la muestra. Los IRH son los que tienen más personal: casi el triple de trabajadores por centro que en el resto de entidades analizadas. La cualificación de este personal es mayoritariamente de doctorado y licenciatura, pero también hay una proporción significativa de diplomados y becarios.

En cuanto a los estudiantes, se observa un interés mayoritario por las disciplinas relacionadas con ciencias, ciencias de la salud e ingeniería respecto al total de titulaciones impartidas.

## 8.6. Transferencia de tecnología

En este análisis de los centros de investigación de Cataluña se ha querido empezar a recoger indicadores de cómo los resultados de la investigación se transfieren a realidades que pueden suponer una mejora de la calidad de vida de la sociedad. En este primer informe se ha evaluado la generación de patentes y de las licencias correspondientes (véase apartado 7.3), los proyectos colaborativos con empresas y la creación de nuevas empresas.

### Creación de consorcios público-privados

De la muestra de centros de investigación encuestados, un 78% declara que participa en consorcios público-privados y un 18% dice que no participa en ninguno.

Estos consorcios se forman mayoritariamente con socios estatales y, en segundo lugar, catalanes. Menos de la mitad tiene socios europeos y muy pocos tienen del resto del mundo (Figura 67). Respecto al tipo de socio que forma parte del consorcio, la proporción de entidades de investigación pública es claramente superior a la proporción de empresas, que solo representan un tercio de los socios.

En el informe *VII Programa Resultados Provisionales de la Segunda Convocatoria del tema "Salud"*, (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial, 2008), y que analiza los resultados de la convocatoria 7FP-2007-HEALTH-B, Cataluña es la segunda comunidad autónoma con más retorno, con un 37% de los 32,3 millones de euros obtenidos por el conjunto del Estado español.

En este informe elaborado por el CDTI destacan los resultados obtenidos por los centros públicos de investigación, que suponen el 29,7% del retorno sobre el global estatal.

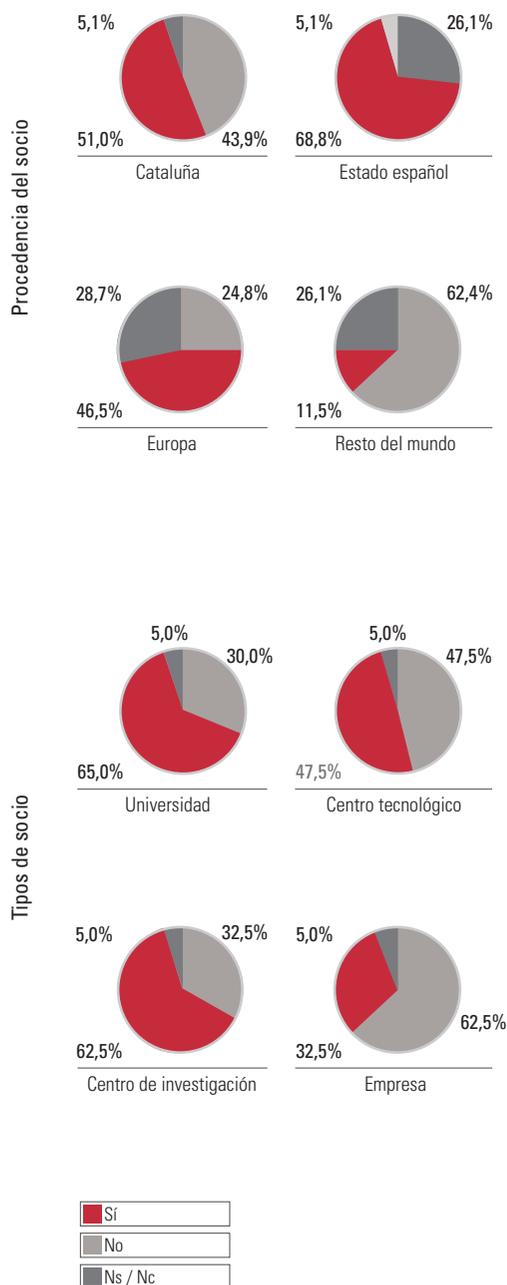
Los hospitales representan el 19% de entidades financiadas y, cuando se analiza el listado publicado, se observa que 9 de los 14 financiados son catalanes. Al margen de los hospitales/IRH, el CSIC es la entidad con más proyectos aprobados (9) en el conjunto del Estado español.

Por áreas temáticas, el 8,3% de los proyectos financiados son biotecnológicos y el 76,7% son de investigación translacional, constatación que resulta congruente con los datos obtenidos sobre las prioridades de investigación en los centros encuestados.

### Creación de empresas

Cerca de la mitad (45%) de los 40 centros que han respondido la encuesta manifiestan haber creado alguna *spin-off*. Ahora bien, por tipo de centro, han creado empresas: 8 centros de los 19 del CERCA, 2 de los 6 IRH, 3 de los 5 centros tecnológicos, y 4 de los 9 centros del CSIC. No hay ninguna correlación entre la creación de empresas y la antigüedad del centro.

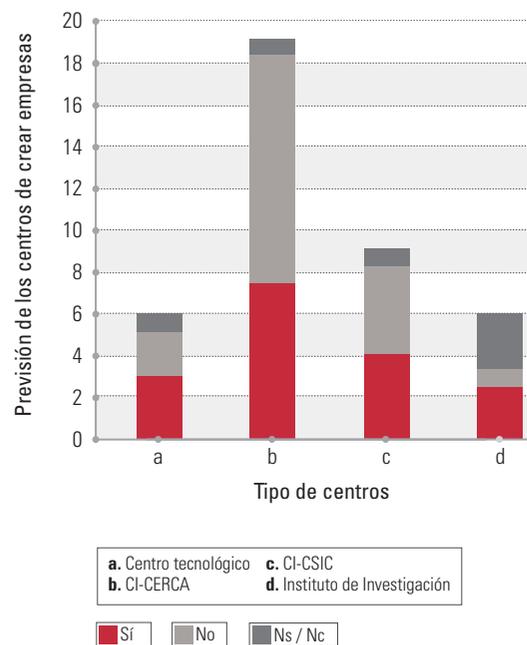
Figura 67. Participación de los centros de investigación en consorcios



En cuanto a las previsiones de futuro (Figura 68), un 50% de los centros tecnológicos prevé crear nuevas empresas, lo cual resulta coherente con su orientación hacia la investigación –y un 44% de los centros del CSIC también declara esta intención–. En cambio, solo un 33% de los IRH prevé crear nuevas empresas, en línea con los resultados obtenidos del todavía reducido número de compañías surgidas de entornos hospitalarios. Un 42% de los centros del CERCA prevé crear una nueva empresa, pero si tenemos en cuenta que estos centros han surgido casi todos en 2005, resulta coherente que justo ahora empiecen a tener resultados aplicables que justifiquen la creación de *spin-off*.

Hay una relación positiva entre los centros que ya han creado empresas y los que tienen previsto crearlas en un futuro próximo: un 61% de las que ya han creado alguna empresa tiene voluntad de volver a hacerlo, mientras que un 65% de los centros que no han creado ninguna empresa no tiene previsión de crearlas.

Figura 68. Previsión de creación de empresas por tipo de centros



### En resum

Respecto a la transferencia de tecnología, y utilizando como indicadores el número de licencias de patentes, el número de consorcios público-privados en los que participan y la creación de nuevas empresas, hay que decir que los centros encuestados tienen todavía pocas licencias, pero que más de dos tercios de las entidades estudiadas participan en consorcios. Estos

tienen socios mayoritariamente estatales y catalanes, y que proceden de entornos públicos y solo un tercio procede del mundo empresarial. En lo referente a la creación de empresas, cerca de la mitad de los centros declara haber puesto en marcha una spin-off, y un número significativo, sobre todo entre los centros tecnológicos, espera crear más en el futuro.



# 9. Consideraciones finales

**E**l objetivo de este informe ha sido obtener una primera radiografía de los componentes de la BioRegión de Cataluña considerada en su conjunto y, por primera vez en un informe de este sector, de la actuación de las entidades del sector público dedicadas a la investigación y del tejido empresarial.

Para ello, se ha llevado a cabo un análisis estadístico estrictamente descriptivo basado en los datos recogidos en la encuesta realizada sobre una muestra de 108 empresas y 40 centros de investigación —de un total de 368 entidades invitadas a participar— y en la explotación de la información recogida en el *Directorio Biocat* —que contenía 874 registros en el momento de la evaluación. El estudio tiene, en consecuencia, las limitaciones propias de haber trabajado sobre una muestra que solo representa una parte de los integrantes del sector y pone de manifiesto la necesidad de impulsar la participación en próximas ediciones del informe, para garantizar que el sector disponga de indicadores sólidos para diseñar políticas y estrategias de futuro. Otra limitación a la que se ha enfrentado la elaboración del informe es la falta de referencias públicas específicas del sector biotecnológico relativas a parámetros económicos, impacto de las medidas de I+D+i y personal empleado. A menudo los datos sobre el sector deben extrapolarse a partir de estudios más globales. En todo caso, estos datos se han incorporado al texto, siempre que ha sido posible encontrarlos, para poder contextualizar y contrastar la información recogida.

A pesar de todo, de esta primera radiografía se pueden extraer algunas consideraciones interesantes sobre el estado de la biotecnología, la biomedicina y las tecnologías médicas en Cataluña.

La biotecnología tiene el potencial para ser un sector estratégico en la economía de un territorio. Con un número

creciente de aplicaciones, nuevas oportunidades laborales para profesionales cualificados y su carácter de fuerza tractora de la investigación básica de calidad, el sector biotecnológico reúne todos los elementos necesarios para impulsar un modelo de crecimiento económico sólido. Para explotar todo su potencial, un clúster biotecnológico debe incluir hospitales, universidades, centros de investigación y empresas, pero también buenas infraestructuras, plataformas tecnológicas y, sobre todo, acceso a capital especializado que entienda y cubra los largos ciclos de desarrollo que son propios del sector, y profesionales con experiencia que lideren el proceso. Muchos de estos elementos están presentes en la BioRegión de Cataluña en mayor o menor medida. En cuanto al número de equipamientos, Cataluña se puede equiparar a otros bioclústers europeos consolidados, como los ya mencionados en Cambridge (Reino Unido) y en Berlín (Alemania). Sin embargo, al lado de importantes fortalezas, se detectan muchos elementos de inmadurez del sector que se comentan a continuación y que será importante plantear en los próximos años.

En Cataluña se ha hecho una importante apuesta por la investigación pública con la creación de un número significativo de centros de investigación en la década de 2000, y es una comunidad pionera en el modelo de fundaciones y de institutos de investigación vinculados a hospitales. En línea con esta apuesta, en 2008 se destinó un presupuesto superior a 360 millones de euros a investigación biotecnológica (más de 220 millones para centros del CERCA, según datos del Comisionado para Universidades e Investigación, y 148 millones de euros invertidos por el Departamento de Salud en programas de apoyo a la investigación y en centros e infraestructuras de investigación [véase el apartado 8.4.]). El resultado de esta política continuada de apoyo ha sido un conjunto de centros y de IRH, con personal investigador muy cualificado, altamente competitivos en el ámbito internacional por número y calidad de publica-

ciones, pero que todavía muestran resultados muy mejorables en transferencia de tecnología, medida en número de solicitudes de patentes (que muestra una mediana de 7 por centro) y en número de licencias (con una mediana de 1,5 licencias por año y centro).

Estos centros, a menudo vinculados a parques científicos, también han funcionado en muchos casos como polos de atracción de empresas jóvenes, ya que la proximidad de investigación básica y aplicada y de servicios científico-técnicos de alto nivel resulta clave para un modelo de negocio intensivo en investigación y con la necesidad de emplear tecnologías muy innovadoras que, como hemos visto en el análisis de centros, están disponibles en las entidades de la BioRegión.

La tasa de creación de nuevas empresas *biotec* en Cataluña —que fue del 25%, en 2008, y del 27%, en 2007, según los informes de Asebio— supera la de muchas bioregiones europeas y la del conjunto del Estado español (21,8% entre 2006 y 2007, y 24,5% entre 2005 y 2006, según figura en los informes mencionados). En cualquier caso, el impulso emprendedor es todavía insuficiente para lo que correspondería a un país que es la octava potencia económica mundial, ya que según el estudio *Global Entrepreneurship Monitor* (GEM) de 2008, el Estado español tiene un índice HAE (*Highgrowth Expectation Entrepreneurial Activity*) por debajo del 0,5%, junto con Francia, Bélgica, Finlandia, Grecia y Japón, claramente inferior al de economías basadas en la innovación, como la de EE.UU., Canadá, Islandia o Nueva Zelanda, que tienen índices hasta 15 veces superiores.

Como señala el estudio, las empresas creadas proceden en un 50% aproximadamente de la iniciativa empresarial y la otra mitad de la iniciativa de los centros de investigación pública. Aun así, todavía hay poca creación de *spin-off* desde el sector público, que es uno de los indicadores empleados para evaluar el nivel de transferencia tecnológica en este informe. Esta escasa transferencia no se corresponde ni con el esfuerzo inversor realizado en investigación por la Administración catalana y española ni con el alto nivel de investigación que muestra el número de publicaciones generadas por los centros y su índice de impacto. La reducida creación de *spin-off* resulta especialmente notoria en el caso de los IRH, responsables de la puesta en marcha de solo un 5% de las nuevas empresas *biotec*, cuando dentro de la muestra evaluada son las entidades con más investigadores, más presupuesto

y más publicaciones. En este sentido, los IRH catalanes se encuentran lejos de referentes internacionales como puede ser el Hospital Universitario Hadassah, en Israel, que explota más de 250 patentes a través de su compañía de transferencia tecnológica Hadasit, que cotiza en la bolsa de Tel Aviv. Afortunadamente, esta situación comienza a cambiar y cerca de la mitad de los centros encuestados declara tener prevista la creación de empresas en el futuro.

Las compañías creadas recientemente en la BioRegión son mayoritariamente microempresas, con personal altamente cualificado (el 83% son doctores) y que a menudo dedican alrededor del 80% de su presupuesto a I+D. Optan por un modelo de negocio mixto (44%), en el que se combina la investigación de producto con la creación de plataformas tecnológicas innovadoras que se ofrecen como servicio a terceros. En la mayoría de estas empresas, el fundador suele mantener el cargo directivo y hay poco personal cualificado en temas de gestión y pocos profesionales de desarrollo de negocio, todos ellos rasgos característicos de sectores inmaduros. En cuanto a su capitalización, hay una clara prevalencia de capital concepto público y una falta de financiación de capital riesgo especializado, que todavía invierte únicamente en *seed* (semilla) y en las primeras rondas de financiación (apenas un 5% de las empresas llega a segunda ronda). Como se ha comentado, se establece un círculo causa-efecto entre la inmadurez de la empresa y el acceso a capital riesgo especializado, por lo que es necesario instrumentar medidas de mejora estratégica de las empresas y de acceso a financiación que rompan esta tendencia.

Afortunadamente en los últimos años, en línea con la tendencia mundial de convergencia *biotec-farma*, se empiezan a establecer unas primeras interacciones entre estas pequeñas empresas biotecnológicas y compañías locales más maduras, tal y como demuestra la colaboración de Ferrer Grupo con Oryzon Genomics y la de otras empresas farmacéuticas familiares catalanas con biotecnológicas internacionales. Iniciativas que hay que ampliar, ya que el sector farmacéutico de Cataluña ocupa la primera posición del Estado español en inversión en I+D intramuros (47,6%) y extramuros (22,5%) (Farmaindustria, 2009), y es también el mayor productor de química fina del Estado español (80%). Cabe mencionar también la primera fusión por absorción entre Oryzon Genomics y Crystax, llevada a cabo en los primeros meses de 2009, como estrategia

para aumentar masa crítica y ganar complementariedades, indicador de que el sector va logrando un estadio de mayor madurez.

Tanto las empresas como los centros participan en consorcios de colaboración, una política fuertemente impulsada por las administraciones públicas en los últimos años (Núcleos de Innovación, CENITS, 7º Programa Marco) para propiciar la consolidación del sector a través de proyectos de más envergadura. Sin embargo, estos consorcios se establecen mayoritariamente con socios locales y faltan estrategias de internacionalización: las pocas actividades que se declaran en este ámbito se desarrollan con socios europeos (19% de las empresas y 25% de los centros) y todavía hay poca aproximación a Estados Unidos (menos del 6% de las empresas y menos del 11% de los centros), que es la referencia internacional en muchos ámbitos de investigación y en el mercado biotecnológico.

Lo que se pone en evidencia en este primer informe es que, en el ámbito de la biomedicina, Cataluña es fuerte en las áreas terapéuticas de oncología y sistema nervioso, en las que se encuentran todos los elementos integrantes de la cadena de valor, desde la investigación más básica, generadora de ideas y publicaciones en las revistas más prestigiosas, hasta los hospitales con investigación translacional y las empresas que desarrollan productos — aunque el *pipeline* todavía no sea demasiado numeroso dada la juventud de muchas de las empresas. Hay que resaltar también la potencia en investigación cardiovascular (mayoritariamente en centros) y en dermatología (en empresas), así como en enfermedades infecciosas, un nicho de mercado a menudo olvidado por las grandes multinacionales, en el que hay una oportunidad para pequeñas empresas y centros que trabajen conjuntamente. Todas las mencionadas son áreas de conocimiento alineadas con las grandes tendencias mundiales, donde Cataluña puede competir internacionalmente por el nivel de la calidad de la investigación y donde tiene posibilidades de atraer profesionales relevantes, fondos competitivos en programas europeos y capital riesgo para empresas; áreas donde podemos potenciar la creación de redes temáticas para generar nuevas sinergias y aumentar su potencial.

En línea con las tendencias mencionadas en el capítulo 1 sobre las herramientas de futuro, hay que destacar, como fortalezas de Cataluña, la investigación en nanotecnología y un crecimiento importante en la bioinformática. Se ha dado cuenta en el apartado 8 de la posición que ocupa

la investigación catalana en nanotecnología, con centros reconocidos internacionalmente y una posición pionera en publicación científica sobre esta disciplina. En cuanto a la bioinformática, Cataluña dispone de grandes infraestructuras (como el supercomputador MareNostrum), que impulsan proyectos de investigación de amplio alcance en ciencias de la vida, y de investigadores de referencia internacional, lo cual ha generado un número creciente de *spin-off* en este campo.

A pesar de la posición preeminente en Cataluña de la biotecnología roja y la biomedicina (foco de actividad del 64% de las empresas y de la aplicación de la investigación del 60% de los centros analizados), hay que mencionar, por su potencial, la biotecnología verde, en la que trabaja solo el 17% de las empresas encuestadas, pero sobre la que es aplicable la investigación que realiza un 32,5% de los centros analizados. La actividad en este ámbito se centra en la mejora genética de las plantas, para conseguir mejoras en volumen y resistencia de la producción, el biocontrol y la producción de animales. Llama la atención la importancia que tiene la investigación vinculada con el medio ambiente y el poco peso que tiene todavía en la actividad empresarial, lo cual nos puede hacer pensar en un potencial campo de crecimiento futuro.

La biotecnología industrial, con lo que aporta a la mejora de bioprocesos industriales, por un lado, y con la generación de biomateriales innovadores que se está produciendo en los centros de investigación, por el otro, representa una oportunidad de futuro para Cataluña, si somos capaces de incorporar estas tecnologías en el tejido industrial tradicional para optimizar su eficiencia y los costes y abrirlo a nuevos mercados. El impacto económico mundial de la producción de compuestos químicos derivados de la biotecnología (10% de la producción total) se estima que será de 80.000 millones de euros en 2010, y en la producción de enzimas Europa es líder mundial, con el 80% de la producción total. Cataluña dispone de una industria creciente en ambos ámbitos.

En definitiva, el clúster catalán de biotecnología, biomedicina y tecnologías médicas es una realidad con importantes fortalezas científicas y un creciente tejido empresarial que tiene todo el potencial para ser motor económico y estratégico de país, si se establecen medidas políticas a largo plazo que favorezcan la consolidación de una economía catalana basada en el conocimiento.





**IB09**

Bibliografía y tablas



# Bibliografía

- *Acciones financiadas por la Generalitat de Catalunya en materia de investigación, desarrollo e innovación.* Consejo Interdepartamental de Investigación e Innovación Tecnológica (CIRIT), junio de 2008 ([http://www.gencat.cat/diue/doc/doc\\_73736539\\_1.pdf](http://www.gencat.cat/diue/doc/doc_73736539_1.pdf))
- *Actividades de investigación, desarrollo e innovación financiadas por los departamentos de la Generalitat de Catalunya – Año 2004.* Consejo Interdepartamental de Investigación e Innovación Tecnológica (CIRIT), julio de 2005 ([http://www.gencat.cat/diue/doc/doc\\_16937622\\_1.pdf](http://www.gencat.cat/diue/doc/doc_16937622_1.pdf))
- *An Introduction to Medical Technology Industry.* J. Wilkinson, Eucomed, marzo de 2009 (<http://www.eucomed.org/~media/7804F449C2154F8E9207E8E57B19DD4B.ashx>)
- *Evaluación del III Plan de Investigación de Cataluña 2001-2004.* Instituto de Gobierno y Políticas Públicas, Universitat Autònoma de Barcelona (IGOP UAB) ([http://www.gencat.cat/diue/doc/doc\\_28729180\\_1.pdf](http://www.gencat.cat/diue/doc/doc_28729180_1.pdf))
- *Beyond Borders: Global Biotechnology Report 2009.* Ernst & Young, 2009 ([http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Beyond\\_borders\\_2009/\\$FILE/Beyond\\_borders\\_2009.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Beyond_borders_2009/$FILE/Beyond_borders_2009.pdf))
- *Biofuels Report: Economics of a Driven Market.* BioWorld®, 2008.
- *Biogenerics.* B. Billings. Generic Pharmaceutical Association (GPhA), agosto de 2009. ([http://meetings.nacds.org/rxconference/2009/pdfs/edsessions/Billings\\_Biogenerics.pdf](http://meetings.nacds.org/rxconference/2009/pdfs/edsessions/Billings_Biogenerics.pdf))
- *Biología Sintética.* Informe de Vigilancia Tecnológica, Genoma España/CIBT-FGUAM, 2006 ([http://www.gen-es.org/12\\_publ/docs/BIOLOGIA\\_SINTETICA.pdf](http://www.gen-es.org/12_publ/docs/BIOLOGIA_SINTETICA.pdf))
- *Biotech 2008 Life Sciences: A 20/20 Vision to 2020.* Burrill & Company, 2008.
- *Biotech 2009: Life Sciences, Navigating the Sea Change.* Burrill & Company, 2009.
- *Biotech set to dominate drug industry growth.* EP Vantage, 17 de junio de 2009 (<http://www.evaluatepharma.com/Universal/View.aspx?type=Story&id=188700&sectionID=&isEPVantage=yes>)
- *Biotechnology Products on the Market Since 1982.* BioWorld® Snapshots, 2008.
- *California Biomedical Industry 2009 Report.* California Healthcare Institute y PricewaterhouseCoopers, 2009 ([http://www.pwc.com/en\\_GX/gx/pharma-life-sciences/pdf/chi-ca-biomed-report.pdf](http://www.pwc.com/en_GX/gx/pharma-life-sciences/pdf/chi-ca-biomed-report.pdf))
- *Cambridge Enterprise Annual Review, 1st August 2007 - 31st July 2008.* Universidad de Cambridge, 2009 ([http://www.enterprise.cam.ac.uk/uploads/File/AnnualReviews/CE\\_Annual\\_Review\\_2007\\_08.pdf](http://www.enterprise.cam.ac.uk/uploads/File/AnnualReviews/CE_Annual_Review_2007_08.pdf))

- *Cambridge University Reporter*. Universidad de Cambridge, 23 de enero de 2008, p. 431. (<http://www.admin.cam.ac.uk/reporter/2007-08/weekly/6099/table1.pdf>)
- *Caracterización bibliométrica de la producción científica en Cataluña, 1996-2006*. Rovira, L.; Méndez-Vásquez, R.I.; Suñén-Pinyol, E.; Camí, J. Informe AGAUR-PRBB, 2007 ([http://www.gencat.cat/diue/doc/doc\\_47835775\\_1.pdf](http://www.gencat.cat/diue/doc/doc_47835775_1.pdf))
- *CERN and Innovation – The Heart of the Matter*. Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), diciembre de 2008 ([http://www.wipo.int/wipo\\_magazine/en/2008/06/article\\_0005.html](http://www.wipo.int/wipo_magazine/en/2008/06/article_0005.html))
- *Comienza el curso 2009-2010*. Nota de prensa del Departamento de Innovación, Universidades y Empresa (DIUE), 22 de septiembre de 2009 (<http://www.gencat.cat/diue/noticies/80216476.html>)
- *Convergence: the Biotechnology Industry Report Millennium Edition*. Ernst & Young, 2000.
- *Convocatoria de ayudas de apoyo a las actividades de los grupos de investigación de Cataluña - Estadísticas resolución SGR 2009*. Agencia de Gestión de Ayudas Universitarias y de Investigación (AGAUR) ([http://www10.gencat.cat/agaur\\_web/generados/catala/home/recurs/doc/dades\\_sgr\\_2009\\_web2.ppt](http://www10.gencat.cat/agaur_web/generados/catala/home/recurs/doc/dades_sgr_2009_web2.ppt))
- *Découvrir l'université Paris-Sorbonne*. Guía del estudiante 2009-2010. ([http://www.paris-sorbonne.fr/fr/IMG/pdf/L\\_universite\\_en\\_chiffres.pdf](http://www.paris-sorbonne.fr/fr/IMG/pdf/L_universite_en_chiffres.pdf))
- *Directorio Biocat - Directory of Biotechnology & Biomedicine in Catalonia*, BIOCAT, septiembre de 2009. (<http://www.biocat.cat/directory/index.php?i=en>)
- *El clúster catalán de la química de la salud*. Catalunya Internacional 44, COPCA®, noviembre de 2006 - abril de 2007 (<http://tinyurl.com/ygqyn7z>)
- *El sistema catalán de ciencia y tecnología*. Comisionado para Universidades e Investigación, Departamento de Innovación, Universidades y Empresa (DIUE), febrero de 2009.
- Los institutos de investigación de los hospitales Vall d'Hebron, Bellvitge, Germans Trias y Clínic reciben la acreditación del Instituto Carlos III. Nota de prensa del Departamento de Salud de la Generalitat de Catalunya, 5 de marzo de 2009 (<http://www.gencat.cat/salut/depsalut/html/ca/premsa/doc30045.html>)
- *España es el 4º país europeo en atracción de excelencia investigadora*. Nota de prensa del Ministerio de Ciencia e Innovación, 16 de septiembre de 2009 ([http://web.micinn.es/01\\_Portada/01-Ministerio/031Prensa/00@Prensa/160909.pdf](http://web.micinn.es/01_Portada/01-Ministerio/031Prensa/00@Prensa/160909.pdf))
- *Estadística sobre Actividades en I+D Año 2007*. Instituto Nacional de Estadística (INE). Nota de prensa del 2 de diciembre de 2008 (<http://www.ine.es/prensa/np527.pdf>)
- *Estadística sobre Actividades en I+D Año 2008 – Resultados provisionales*. Instituto Nacional de Estadística (INE). Nota de prensa del 18 de noviembre de 2009 (<http://www.ine.es/prensa/np575.pdf>)
- *Estructura funcional, esquemas retributivos y oportunidades profesionales del sector biotecnológico catalán*. Adecco Medical & Science y CataloniaBio, 2009 ([http://www.cataloniabio.org/downloads/%5BCataloniaBIO%5DInforme\\_Adecco\\_cat.pdf](http://www.cataloniabio.org/downloads/%5BCataloniaBIO%5DInforme_Adecco_cat.pdf))
- *European Cities Monitor 2008*. Cushman & Wakefield, octubre de 2008 (<http://tinyurl.com/ygslmnm>)

- *Evolución de la productividad científica de España en Biomedicina (1981-2006)*. Camí, J.; Méndez-Vásquez, R.I.; Suñén-Pinyol, E. *Redes* 2008; 10: 24-9 (<http://www.prbb.org/bac/publicacions/Redes.pdf>)
- Eurostat (Comisión Europea). Regiones y ciudades – tablas principales. ([http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/region\\_cities/regional\\_statistics/data/main\\_tables](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/region_cities/regional_statistics/data/main_tables))
- *Gasto en investigación y desarrollo por países, período y sector – Estadística de I+D (Datos Europeos)*. Instituto Nacional de Estadística (EUROSTAT), 2009 (<http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=%2Ft14%2Fp057%2Fe01%2F&file=pcaxis&N=&L=0>)
- *Genopole@ the leading French biopark dedicated to biotech and biotherapies*. GIP Genopole. ([http://www.genopole.fr/IMG/pdf/plaquette\\_Genopole\\_UK\\_2009.pdf](http://www.genopole.fr/IMG/pdf/plaquette_Genopole_UK_2009.pdf))
- *Guía de Evaluación de Institutos de Investigación Sanitaria*. Instituto de Salud Carlos III, noviembre de 2008. (<http://www.isciii.es/htdocs/pdf/guiaevaluacion.pdf>)
- *Harvard at a Glance*. Universidad de Harvard, 2009 (<http://www.harvard.edu/about/glance.php>)
- *Harvard Productivity Highlights - Performance Metrics 2006-2009*. Universidad de Harvard – Oficina de Desarrollo Tecnológico (<http://www.techtransfer.harvard.edu/mediacenter/annuals/stats>)
- *I+D en la industria farmacéutica 2008 - Resultados de la encuesta sobre actividades de I+D en 2008*. Farmaindustria, junio de 2009 (<http://www.medicamentos-innovadores.org/documentos/Resultados%20Encuesta%20I+D%202008-v03.pdf>)
- *III Plan de Investigación de Cataluña 2001-2004*. Generalitat de Catalunya - Comisión Interdepartamental de Investigación e Innovación Tecnológica (CIRIT). ([http://www.gencat.cat/diue/doc/doc\\_34992411\\_1.pdf](http://www.gencat.cat/diue/doc/doc_34992411_1.pdf))
- *IMS Market Prognosis International 2009-2013*. IMS Health, marzo de 2009 ([http://www.imshealth.com/deployedfiles/imshealth/Global/Content/StaticFile/Top\\_Line\\_Data/Global\\_Pharm\\_Market\\_by\\_Region.pdf](http://www.imshealth.com/deployedfiles/imshealth/Global/Content/StaticFile/Top_Line_Data/Global_Pharm_Market_by_Region.pdf))
- *Informe anual del sistema nacional de salud 2007 – Cataluña*. Ministerio de Sanidad y Política Social - Generalitat de Catalunya, Departamento de Salud (<http://www.msps.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/pdf/equidad/informeAnual2007/CatalunyaSNS2007.pdf>)
- *Informe anual sobre la industria en Cataluña 2008*. Generalitat de Catalunya - Departamento de Innovación, Universidades y Empresa - Secretaría de Industria y Empresa - Observatorio de Prospectiva Industrial, junio de 2009. ([http://www.gencat.cat/diue/doc/doc\\_49509384\\_1.pdf](http://www.gencat.cat/diue/doc/doc_49509384_1.pdf))
- *Informe Asebio 2006*. Asebio, 2006. ([http://www.asebio.com/docs/pub\\_31\\_e.pdf](http://www.asebio.com/docs/pub_31_e.pdf))
- *Informe Asebio 2007*. Asebio, 2007. ([http://www.asebio.com/docs/pub\\_32\\_e.pdf](http://www.asebio.com/docs/pub_32_e.pdf))
- *Informe Asebio 2008*. Asebio, 2008. ([http://www.asebio.com/docs/pub\\_45\\_e.pdf](http://www.asebio.com/docs/pub_45_e.pdf))
- *Informe CYD 2008*. Fundación Conocimiento y Desarrollo (CYD), 2008. ([http://www.fundacioncyd.org/wps/portal/WebPublica/General?WCM\\_GLOBAL\\_CONTEXT=/WebCorporativa\\_es/webfcyd\\_es/InformeCYD/InformeCYD2008/indexFoto](http://www.fundacioncyd.org/wps/portal/WebPublica/General?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/WebCorporativa_es/webfcyd_es/InformeCYD/InformeCYD2008/indexFoto))
- *Informe de impacto de capital riesgo en España 2009*. Asociación Española de Entidades de Capital Riesgo (ASCRI), 2009 (<http://www.ascrri.org:8080/info/pdf/Informe%20de%20Impacto%202009.pdf>)

- *Informe RedOtri 2008*. RedOTRI Universidades (CRUE), 2008. ([http://www.redotriuniversidades.net/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=784&Itemid=33&mode=view](http://www.redotriuniversidades.net/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=784&Itemid=33&mode=view))
- *Innovation clusters: A statistical analysis and overview of current policy support*. Comisión Europea Empresa e Industria, octubre de 2007. ([http://ec.europa.eu/enterprise/newsroom/caf/itemlongdetail.cfm?item\\_id=1072](http://ec.europa.eu/enterprise/newsroom/caf/itemlongdetail.cfm?item_id=1072))
- *IV Plan de investigación e innovación de Cataluña 2005-2008*. Generalitat de Catalunya – Consejo Interdepartamental de Investigación e Innovación Tecnológica (CIRIT). (<http://www10.gencat.net/pricatalunya/cat/index.htm>)
- *La bolsa y sus mercados alternativos como dinamizadores del sector biotecnológico*. CataloniaBio, junio de 2007 (<http://tinyurl.com/y15hjq3>)
- *La relevancia de la biotecnología en España 2009*. Genoma España, 2009.
- *La situación de la innovación en Cataluña*. ACC1Ó, 2009. ([http://www.anella.cat/c/document\\_library/get\\_file?folderId=587505&name=DLFE-18334.pdf](http://www.anella.cat/c/document_library/get_file?folderId=587505&name=DLFE-18334.pdf))
- Ley 53/1984, de 26 de diciembre, de incompatibilidades del personal al servicio de las Administraciones Públicas. Jefatura del Estado. BOE 4, enero de 1985 ([http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases\\_datos/doc.php?coleccion=iberlex&id=1985/00151](http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases_datos/doc.php?coleccion=iberlex&id=1985/00151))
- Ley 29/2006, de 26 de julio, de garantías y uso racional de los medicamentos y productos sanitarios. Jefatura del Estado, BOE 178, julio de 2006 ([http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases\\_datos/doc.php?coleccion=iberlex&id=2006/13554](http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases_datos/doc.php?coleccion=iberlex&id=2006/13554))
- Ley 16/2003, de 28 de mayo, de cohesión y calidad del sistema nacional de salud ([http://www.boe.es/boe\\_catalan/dias/2003/06/16/pdfs/A02595-02616.pdf](http://www.boe.es/boe_catalan/dias/2003/06/16/pdfs/A02595-02616.pdf))
- Ley 21/1987, de 26 de noviembre, de incompatibilidades del personal al servicio de la Administración de la Generalitat. Diario Oficial de la Generalitat de Catalunya (DOGC) 923, diciembre de 1987 (<http://www20.gencat.cat/docs/governacio/Funcio%20Publica/Documents/Normativa/Incompatibilitats/Arxiu/lle21-87.pdf>)
- *Medtrack*, actualizadas en octubre de 2008.
- *Memoria 2008*. Farmaindustria, 2009 ([http://www.farmaindustria.es/idc/groups/public/documents/publicaciones/farma\\_097155.pdf](http://www.farmaindustria.es/idc/groups/public/documents/publicaciones/farma_097155.pdf))
- *Memoria Anual Fenin 2008*. Fenin, 2008 ([http://www.fenin.es/pdf/memoria\\_anual\\_2008.pdf](http://www.fenin.es/pdf/memoria_anual_2008.pdf))
- *Money Tree Report™ - Q4 2008/Full-year 2008*. PricewaterhouseCoopers y National Venture Capital Association. ([https://www.pwcmoneytree.com/MTPublic/ns/moneytree/filesource/exhibits/National\\_MoneyTree\\_full\\_year\\_Q4\\_2008\\_Final.pdf](https://www.pwcmoneytree.com/MTPublic/ns/moneytree/filesource/exhibits/National_MoneyTree_full_year_Q4_2008_Final.pdf))
- *Nanotecnología: ¿qué es y como nos afectará?* Informes científicos para la toma de decisiones (ICPDE), nº 02. Fundación Catalana para la Investigación y la Innovación (FCRI), junio de 2009. ([http://www.fcricat.es/descarregues/2009\\_9\\_16\\_informe\\_nanotech\\_catala.pdf](http://www.fcricat.es/descarregues/2009_9_16_informe_nanotech_catala.pdf))
- *Pathogenesis and therapy of psoriasis*. Lowes, M.A.; Bowcock, A.M.; Krueger, J.G. Nature 445, 2007, p. 866–873.
- *Paul Ehrlich, The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1908*. La Fundación Nobel ([http://nobelprize.org/nobel\\_prizes/medicine/laureates/1908/ehrllich-bio.html](http://nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1908/ehrllich-bio.html))

- *Pitfalls Undermine Promise of Theranostics*. Kenneth P. Krul. Genetic Engineering & Biotechnology News, 15 de septiembre de 2008, Vol. 28- 16.  
(<http://www.genengnews.com/articles/chitem.aspx?aid=2602&pn=2>)
- *Presentación de los presupuestos de la Generalitat de Catalunya para 2009*. Generalitat de Catalunya, 2009 ([http://www15.gencat.cat/ecofin\\_vpres09/pdf/PRE\\_L\\_CAT.pdf](http://www15.gencat.cat/ecofin_vpres09/pdf/PRE_L_CAT.pdf))
- *Presupuesto 2010*. Ministerio de Ciencia e Innovación, octubre de 2009.  
([http://web.micinn.es/01\\_Portada/01-Ministerio/031Prensa/00@Prensa/061009p.pdf](http://web.micinn.es/01_Portada/01-Ministerio/031Prensa/00@Prensa/061009p.pdf))
- *Profile*, Pharmaceutical Research and Manufacturers of America (PhRMA), abril de 2009.  
(<http://www.phrma.org/files/PhRMA%202009%20Profile%20FINAL.pdf>)
- *Proyecto BEST, BDMetrics Datos y Análisis: 6ª publicación Mayo 2009*, Plataforma Española de Medicamentos Innovadores – FarmaIndustria, julio de 2009.  
(<http://www.medicamentosinnovadores.org/documentos/Resultados%20BDMetrics%206ª%20PUBLICACIÓN.pdf>)
- *Statistical definition of Biotechnology (updated in 2005)*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).
- *The 2009 EU industrial R&D investment SCOREBOARD*. Dirección General de Investigación · Centro Común de Investigación, EU. Sevilla, 2009.  
(<http://iri.jrc.ec.europa.eu/research/docs/2009/JRC54920.pdf>)
- *The Billion-Plus Blockbusters: The Top 25 Biotech Drugs*, BioWorld® Today, 27 de agosto de 2009.  
([http://www.bioworld.com/servlet/com.accumedia.web.Dispatcher?next=bioworldHeadlines\\_article&forceid=51907](http://www.bioworld.com/servlet/com.accumedia.web.Dispatcher?next=bioworldHeadlines_article&forceid=51907))
- *The Future of Biotech: The 2010 Guide to Emerging Markets and Technology*. BioWorld®, 2009.
- *The Global Competitiveness Report 2009-2010*. Foro Económico Mundial, 2009.  
(<http://www.weforum.org/pdf/GCR09/GCR20092010fullreport.pdf>)
- *The next big thing*. Winter, P. The Burrill Report, mayo de 2009. (  
<http://www.burrillreport.com/article-1406.html>)
- *VII Programa Marco de I+D de la UE. Alimentación, Agricultura y Pesca, y Biotecnología. Balance provisional 2008*. Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), julio de 2009.  
([http://www.cdti.es/recursos/doc/Programas/Cooperacion\\_internacional/P.Marco\\_I%20D\\_de\\_la\\_UE/Alimentación/28846\\_307307200983752.pdf](http://www.cdti.es/recursos/doc/Programas/Cooperacion_internacional/P.Marco_I%20D_de_la_UE/Alimentación/28846_307307200983752.pdf))
- *VII Programa Marco de I+D – Salud. Balance provisional 2008*. Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), julio de 2009. ([http://www.cdti.es/recursos/doc/Programas/Cooperacion\\_internacional/P.Marco\\_I%20D\\_de\\_la\\_UE/Salud/43460\\_217217200910526.pdf](http://www.cdti.es/recursos/doc/Programas/Cooperacion_internacional/P.Marco_I%20D_de_la_UE/Salud/43460_217217200910526.pdf))

# Páginas web consultadas

- ACC10 ([www.acc10.cat](http://www.acc10.cat))
- Agencia de Evaluación de Tecnología e Investigación Médicas (<http://www.gencat.cat/salut/depsan/units/aatrm/html/ca/Du8/index.html>)
- Agencia de Gestión de Ayudas Universitarias y de Investigación (AGAUR) ([http://www10.gencat.cat/agaur\\_web/AppJava/catala/index.jsp](http://www10.gencat.cat/agaur_web/AppJava/catala/index.jsp))
- Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Cataluña (<http://www.aqu.cat/>)
- Academia Americana de Dermatología ([www.aad.org](http://www.aad.org))
- Barcelona Supercomputing Center (BSC) (<http://www.bsc.es/>)
- Biotech-Region München (BioM) (<http://www.bio-m.org/>)
- BioTOP Berlin-Brandenburg (<http://www.biotop.de/index+M52087573ab0.html>)
- Centro de Investigación en Nanociencia y Nanotecnología (CIN2) ([http://www.nanowerk.com/nanotechnology/labs/Centre\\_d\\_Investigacio\\_en\\_Nanociencia\\_i\\_Nanotecnologia\\_CIN2.html](http://www.nanowerk.com/nanotechnology/labs/Centre_d_Investigacio_en_Nanociencia_i_Nanotecnologia_CIN2.html))
- Centro de Investigación Biomédica en Red (CIBER) (<http://www.isciii.es/htdocs/redes/ciber.jsp>)
- Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) (<http://www.cdti.es/>)
- ClinicalTrials.gov (<http://www.clinicaltrial.gov/>)
- Comisionado para Universidades e Investigación, Departamento de Innovación, Universidades y Empresa (DIUE) (<http://www.gencat.cat/diue/ambits/ur/reerca/index.html>)
- Departamento de Salud – Generalitat de Catalunya (<http://www.gencat.cat/salut/depsalut/html/ca/Du51/index.html>)
- Eastern Region Biotechnology Initiative (ERBI) (<http://www.erbi.co.uk/default.asp>)
- Empresas: páginas web de las empresas farmacéuticas, biotecnológicas y de tecnologías médicas de Cataluña
- Fundación Bosch i Gimpera (<http://www.fbg.ub.es>)
- Fundación Instituto de Investigación del Hospital Universitario Vall d'Hebron ([http://www.ir.vhebron.net/easyweb\\_irvh/default.aspx?language=ca](http://www.ir.vhebron.net/easyweb_irvh/default.aspx?language=ca))

- GIP Genopole (<http://www.genopole.fr>)
- Instituto Catalán de la Salud (ICS) – Investigación (<http://www.gencat.cat/ics/infocorp/recerca.htm>)
- Instituto Catalán de Nanotecnología (ICN) (<http://www.nanocat.org/>)
- Instituto de Bioingeniería de Cataluña (IBEC) (<http://www.ibecbarcelona.eu/>)
- Instituto Nacional de la Salud y de la Investigación Médica (INSERM) (<http://www.inserm.fr/index.php>)
- Instituto de Salud Carlos III (ISCIII) (<http://www.isciii.es/htdocs/index.jsp>)
- Instituto Nacional de Estadística (INE) (<http://www.ine.es/>)
- Medicon Valley Association (<http://www.mediconvalley.com>)
- Ministerio de Ciencia e Innovación (MCINN) (<http://web.micinn.es/>)
- Institutos Nacionales de Salud (NIH) (<http://www.nih.gov/about/NIHoverview.html>)
- Scottish Enterprise (<http://www.scottish-enterprise.com/lifesciences-initiatives-bioquarter>)
- TECNIO (<http://www.acc10.cat/ACC10/cat/innovacio-tecnologica/tecnio/>)
- Universidades catalanas: páginas webs del conjunto de universidades catalanas
- Vall d’Hebron Instituto de Oncología (VHIO) (<http://www.vhio.net/en/>)
- Webcapitalriesgo ([www.webcapitalriesgo.com](http://www.webcapitalriesgo.com))
- Red de Parques Científicos y Tecnológicos de Cataluña (XPCAT) (<http://test8.gna.es/xpcat2/>)

# Relación de figuras y tablas

Cuadro I	Evolución del gasto en I+D+i en Cataluña (pág. 17)
Cuadro II	Datos macroeconómicos de inversión en I+D (pág. 22)
Cuadro III	Inversión pública en I+D sectorial (pág. 23)
Cuadro IV	Esfuerzo empresarial e impacto (pág. 24)
Cuadro V	Transferencia de tecnología (pág. 26)
Cuadro 1	Genentech (pág. 33)
Cuadro 2	Terapia génica: la larga marcha (pág. 35)
Cuadro 3	Teranóstico y terapia dirigida (pág. 36)
Cuadro 4	RNA de transferencia (RNAi) (pág. 36)
Cuadro 5	Craig Venter en la frontera (pág. 37)
Cuadro 6	Marcadores y terapias asociadas (pág. 45)
Cuadro 7	Clasificación de empresas en el ámbito de la biotecnología industrial (BI) (pág. 62)
Cuadro 8	Impacto económico del sector de las tecnologías médicas (pág. 71)
Cuadro 9	Selección de gestoras de capital riesgo de la BioRegión que operan en el sector (pág. 86)
Cuadro 10	Producción científica de Cataluña respecto al resto del Estado español, Europa y el mundo (pág. 123)
Cuadro 11	Producción de las universidades catalanas en el ámbito de la biomedicina (pág. 123)
Cuadro 12	El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) (pág. 131)
Tabla 1	Los productos biotecnológicos más vendidos (pág. 38)
Tabla 2	Algunos datos macroeconómicos de la biotecnología roja en 2008 (pág. 39)
Tabla 3	Las 4 biotecnológicas con beneficios más importantes (pág. 39)
Tabla 4	Principales cultivos transgénicos aprobados para la comercialización en el mundo en 2008 (pág. 50)
Tabla 5	Clasificación de los subsectores de actividad (pág. 75)
Figura 1	Productos biotecnológicos aprobados entre 1982 y 2007 (pág. 38)
Figura 2	El proceso de la I+D: largo y complejo (pág. 39)
Figura 3	Modelos de negocio (pág. 42)
Figura 4	Industria emergente de las biorefinerías (pág. 51)

Figura 5	Tipos de organizaciones de la BioRegión (pág. 77)
Figura 6	Distribución geográfica de las universidades, los hospitales, los parques científicos y tecnológicos de Cataluña (pág. 80)
Figura 7	Subsectores de actividad de las empresas (pág. 81)
Figura 8	Distribución geográfica de las empresas de la BioRegión por subsectores de actividad (pág. 82)
Figura 9	Año de fundación de las empresas de la BioRegión de Cataluña (pág. 83)
Figura 10	Fundación de las empresas según los subsectores de actividad (pág. 83)
Figura 11	Origen de la empresa por tipo de entidad impulsora (pág. 84)
Figura 12	Origen de la empresa por subsectores (pág. 84)
Figura 13	Número de promotores de las empresas de la BioRegión (pág. 85)
Figura 14	Empresas de apoyo al sector (pág. 85)
Figura 15	Actividades principales de las empresas de la BioRegión (pág. 87)
Figura 16	Distribución geográfica de las empresas según las áreas principales (pág. 87)
Figura 17	Cadena de valor de la actividad principal de las empresas (pág. 88)
Figura 18	Actividades acumuladas de la cadena de valor de las empresas (pág. 88)
Figura 19	Actividades externalizadas por las empresas de la BioRegión (pág. 89)
Figura 20	Modelo de negocio de las empresas de la BioRegión (pág. 90)
Figura 21	Prioridades previstas por las empresas de la BioRegión (pág. 91)
Figura 22	Áreas terapéuticas de las empresas (pág. 92)
Figura 23	Áreas terapéuticas de las empresas según las fases de I+D (pág. 93)
Figura 24	Áreas terapéuticas de las empresas de tecnologías médicas de la BioRegión (pág. 94)
Figura 25	Empresas que desarrollan fármacos en cada una de las fases de I+D (pág. 94)
Figura 26	Empresas que realizan fases sucesivas del desarrollo de fármacos (pág. 95)
Figura 27	Productos por empresa para cada fase del desarrollo de fármacos (pág. 96)
Figura 28	Tipos de tecnología / plataforma tecnológica empleada por las empresas de cada subsector (pág. 97)
Figura 29	Tipos y número de patentes por empresa de la BioRegión (pág. 97)
Figura 30	Relación del presupuesto de I+D y la participación en consorcios público-privados (pág. 98)
Figura 31	Rangos de capital de las empresas de la BioRegión (pág. 101)
Figura 32	Rangos de facturación de las empresas de la BioRegión (pág. 102)
Figura 33	Modelos de negocio y beneficios de las empresas de biotecnología roja de la BioRegión (pág. 102)
Figura 34	Porcentaje de presupuesto total de las empresas dedicado a I+D (pág. 103)
Figura 35	Modelo de negocio y porcentaje de presupuesto de I+D (pág. 103)
Figura 36	Expectativas de incremento de facturación de las empresas (pág. 104)
Figura 37	Rangos de número de trabajadores de las empresas (pág. 105)
Figura 38	Proporción de trabajadores en I+D sobre el total de trabajadores (pág. 106)

- Figura 39 Nivel formativo de los trabajadores (pág. 106)
- Figura 40 Cargos del fundador de la empresa (pág. 107)
- Figura 41 Entorno de desarrollo de la actividad de las empresas (pág. 107)
- Figura 42 Relación entre el año de fundación, el origen y el presupuesto de I+D de la empresa (pág. 108)
- Figura 43 Relación entre el año de fundación, el presupuesto y las fases de I+D en empresas de desarrollo de fármacos (pág. 109)
- Figura 44 Relación de doctores, presupuesto en I+D y capital (pág. 109)
- Figura 45 Distribución geográfica por tipo de centro (pág. 112)
- Figura 46 Subsectores de actividad de los centros de investigación (pág. 113)
- Figura 47 Distribución geográfica por subsectores de actividad de los centros de la BioRegión (pág. 114)
- Figura 48 Año de fundación de los centros de investigación (pág. 113)
- Figura 49 Ámbitos de aplicación de la investigación de los centros (pág. 115)
- Figura 50 Distribución geográfica por actividades principales de los centros (pág. 116)
- Figura 51 Otras actividades de los centros de investigación (pág. 117)
- Figura 52 Actividades realizadas por tipo de centro (pág. 117)
- Figura 53 Áreas terapéuticas de los centros de investigación (pág. 118)
- Figura 54 Tipos de investigación de los centros (pág. 120)
- Figura 55 Tecnologías y plataformas tecnológicas de los centros por subsectores de actividad (pág. 121)
- Figura 56 Número de solicitudes de patentes por centro (pág. 122)
- Figura 57 Producción científica por tipo de centro (pág. 124)
- Figura 58 Producción científica por número de doctores y por tipo de centro (pág. 124)
- Figura 59 Evolución de las solicitudes de ayudas a la convocatoria de apoyo a los grupos de investigación por ámbitos de conocimiento (pág. 125)
- Figura 60 Financiación de grupos de investigación en los ámbitos de interés del *Informe Biocat* (pág. 126)
- Figura 61 Participación de grupos de investigación de Cataluña en los diferentes CIBER (pág. 126)
- Figura 62 Presupuesto de los centros de investigación (pág. 128)
- Figura 63 Espacios ocupados por los centros de investigación (pág. 128)
- Figura 64 Número de trabajadores por tipo de centro (pág. 129)
- Figura 65 Nivel de formación de los profesionales de los centros de investigación (pág. 130)
- Figura 66 Oferta de estudios universitarios en Cataluña en el ámbito de la biotecnología, la biomedicina y las tecnologías médicas (pág. 131)
- Figura 67 Participación de los centros de investigación en consorcios (pág. 133)
- Figura 68 Previsión de creación de empresas por tipo de centros (pág. 133)

# Glosario

<b>Biocombustible</b>	Combustible que se elabora a partir de materia prima de origen biológico o renovable, principalmente vegetal o industrial biodegradable. También se denomina "biocarburante".
<b>Biofármaco o fármaco biológico</b>	Producto farmacéutico obtenido a partir de materiales de origen biológico (microorganismos, sustratos vegetales o animales, fragmentos celulares, fluidos humanos o animales), a diferencia de los fármacos "convencionales", de origen químico.
<b>Bioinformática</b>	Aplicación de un conjunto de tecnologías computacionales para la gestión, el análisis, la simulación o la predicción de datos de origen biológico.
<b>Bioingeniería</b>	Conjunto de técnicas de ingeniería aplicada al campo de la biomedicina para el desarrollo de productos y tecnologías sanitarias (equipamientos y dispositivos médicos de diagnóstico, terapéuticos, etc.).
<b>Biomarcador</b>	Sustancia de la que se miden los niveles en el organismo como indicador de una enfermedad o alteración de su estado.
<b>Biorremediación</b>	Conjunto de técnicas de descontaminación que utiliza procesos naturales para eliminar sustancias químicas perjudiciales para el medio ambiente.
<b>Biosimilar</b>	Copia de un medicamento biotecnológico. Tiene los mismos mecanismos de acción y trata la misma patología, pero no es idéntico a su medicamento de referencia, ya que se produce a partir de una línea celular nueva y en procesos de escalado no totalmente idénticos respecto a los del biotecnológico de referencia.
<b>Business Angels</b>	Persona individual que ejerce de inversor, aportando capital a una empresa de reciente creación a cambio de participaciones.
<b>Capital riesgo</b>	Actividad financiera que proporciona temporalmente capital a empresas "de alto riesgo" –con dificultades para obtener otros fondos de financiación– a medio y largo plazo. En inglés se denomina venture capital.
<b>CEO</b>	Del inglés Chief Executive Officer. Máximo responsable de la gestión y dirección de una empresa. En catalán a menudo corresponde a la figura de director general.

<b>Clúster</b>	Conjunto de empresas, entidades de investigación y organizaciones e infraestructuras de apoyo interconectadas que pertenecen a un ámbito determinado y presentes en un área geográfica. Comparten una estrategia común, el espíritu de innovación y el objetivo de aumentar la competitividad de sus actores.
<b>CRO</b>	Contract research organization (empresa de investigación por contrato). Empresa de servicios especializada en desarrollar una o más actividades de investigación, principalmente ensayos clínicos.
<b>Diagnóstico <i>in vitro</i></b>	Conjunto de técnicas realizadas sobre muestras de tejidos o líquidos biológicos humanos o animales con la finalidad de diagnosticar enfermedades o alteraciones del estado del organismo.
<b>Ensayo clínico</b>	Estudio experimental de un producto, sustancia, medicamento o técnica de diagnóstico o terapéutica para evaluar la eficacia y la seguridad de su aplicación en humanos.
<b>Estudio preclínico</b>	Estudio experimental de un fármaco en el que se utilizan animales para evaluar su eficacia y seguridad.
<b>Fase I</b>	Fase de la investigación clínica en la que se administra el fármaco estudiado en voluntarios sanos para evaluar su seguridad.
<b>Fase II</b>	Fase de la investigación clínica en la que se administra el fármaco estudiado a un número reducido de pacientes voluntarios para evaluar su eficacia.
<b>Fase III</b>	Fase de la investigación clínica que comprende los llamados ensayos clínicos comparativos, con los que se demuestra la eficacia del fármaco en una muestra poblacional representativa de pacientes. Los resultados de estos estudios permiten la aprobación del fármaco y su introducción en el mercado.
<b>Fase IV</b>	Estudios realizados una vez que el fármaco se ha comercializado, con el objetivo de evaluar nuevas indicaciones terapéuticas y establecer la seguridad del fármaco en condiciones clínicas habituales y en poblaciones especiales.
<b>Genérico</b>	Especialidad farmacéutica con la misma formulación y composición química cualitativa y cuantitativa en los principios activos que la especialidad de referencia.
<b>Genómica</b>	Conjunto de técnicas empleadas en el estudio del funcionamiento, la evolución, el origen y la secuenciación de los genomas. Utiliza conocimientos relacionados con ámbitos interdisciplinarios como la biología y la bioquímica molecular, la informática y la estadística, las matemáticas, la física y la química.
<b>Incubadora</b>	Espacio que tiene como objetivo la creación y el desarrollo de empresas en sus primeras etapas de vida, ofreciéndoles apoyo en la gestión y acceso a infraestructuras científico-tecnológicas.
<b>Investigación aplicada</b>	Investigación que utiliza los conocimientos científicos para el desarrollo de nuevos productos y tecnologías o servicios en beneficio de la sociedad.

<b>Investigación básica</b>	Llamada también fundamental o pura, es la investigación realizada para ampliar el conocimiento científico de principios fundamentales, que da lugar a la creación de nuevas teorías o modifica las existentes.
<b>Investigación clínica</b>	Investigación en el desarrollo de nuevos fármacos cuya seguridad y eficacia se evalúa en humanos. Comprende diferentes fases o etapas sucesivas (fase I, fase II, fase III y fase IV).
<b>Nanomedicina</b>	Disciplina médica basada en la aplicación de conocimiento de nanotecnología a las ciencias y procedimientos médicos para curar enfermedades o reparar tejidos dañados como huesos, músculos o nervios.
<b>Nanotecnología</b>	Conjunto de disciplinas de las ciencias aplicadas dedicado al estudio y desarrollo de la materia a una escala inferior a 100 nm (nanómetros), en cuanto a átomos y moléculas.
<b>Oficina de transferencia tecnológica</b>	Estructura de interfaz encargada de dinamizar y promover la relación entre el mundo científico y el mundo empresarial, para que éste se beneficie de las capacidades y los resultados de la investigación.
<b>OMG</b>	Organismo modificado genéticamente que ha sufrido una transferencia de genes, a través de la manipulación humana y empleando herramientas de ingeniería genética, a resultados de la que obtiene propiedades nuevas.
<b>Pipeline</b>	En las empresas biotecnológicas y farmacéuticas, se refiere al conjunto de todos los compuestos (farmacéuticos) en I+D.
<b>Proteómica</b>	Ámbito de conocimiento que relaciona las proteínas con genes que las modifican, que estudia el conjunto de proteínas que se pueden obtener de un genoma, y que desarrolla las tecnologías necesarias para analizar cualquier proteína de una célula.
<b>Spin-off</b>	Empresa que se crea en el seno de una entidad de investigación pública (universidad, centro o instituto de investigación) para la iniciativa emprendedora de uno o más promotores (investigadores, doctores).
<b>Spin-out</b>	Iniciativa empresarial que surge como división o filial de una compañía existente y que se acaba convirtiendo en un negocio independiente. A menudo la compañía de origen puede conservar en ella alguna participación.
<b>Start-up</b>	Empresa que, en lenguaje de capital riesgo, se encuentra en una fase o estadio inicial, a menudo inferior a los dos primeros años de existencia.
<b>TIC</b>	Tecnologías de la información y la comunicación. Conjunto de técnicas y herramientas avanzadas que permiten el almacenamiento, el procesamiento y la transmisión de datos.
<b>Trampolín tecnológico</b>	Estructuras de apoyo que impulsan la valorización tecnológica en el entorno de las universidades catalanas, a través de la creación de nuevas empresas de base tecnológica, o bien la incorporación de conocimiento a empresas ya existentes, a través de la innovación en productos y/o servicios.



# Relación de empresas y centros que han participado en el Informe Biocat 2009

## Relación de empresas participantes\*

<i>AB-Biotics</i>	<i>Esteve</i>	<i>Omnia Molecular</i>
<i>Advancell</i>	<i>Eyytoo Bioscience</i>	<i>OrigoGen</i>
<i>Agrasys</i>	<i>Ferrer Incode</i>	<i>Oryzon Genomics</i>
<i>Aleria Biodevices</i>	<i>Flowlab</i>	<i>Palau Pharma</i>
<i>Alma IT</i>	<i>Fresenius Biotech</i>	<i>Panrico</i>
<i>Almirall</i>	<i>Gem-med</i>	<i>Pierre Fabre</i>
<i>Althia</i>	<i>Gendiag</i>	<i>Prous Institute for Biomedical Research</i>
<i>Amgen</i>	<i>GP Pharm</i>	<i>Q-Genomics</i>
<i>AMPbiotech</i>	<i>Hartmann</i>	<i>RAL</i>
<i>Anapharm</i>	<i>Hartington Pharmaceutical</i>	<i>Recerca Clínica</i>
<i>Anaxomics</i>	<i>Hexascreen</i>	<i>Reprogenetics</i>
<i>AntibodyBcn</i>	<i>IHT</i>	<i>Sabirmedical</i>
<i>Antonio Matachana</i>	<i>Infinitec Activos</i>	<i>Salupharma biosimilars</i>
<i>Archivel Farma</i>	<i>Infociencia</i>	<i>Salvat Biotech</i>
<i>Aromics</i>	<i>Intelligent Pharma</i>	<i>Sanofi Aventis</i>
<i>Arquebio</i>	<i>Isdin</i>	<i>Semillas Fitó</i>
<i>Avinent</i>	<i>Janus Developments</i>	<i>Sepmag Technologies</i>
<i>BCNPeptides</i>	<i>Kymos Pharma</i>	<i>Sevibe Cells</i>
<i>BCNInnova</i>	<i>La Morella Nuts</i>	<i>Síbel</i>
<i>Biocontrol Technologies</i>	<i>Laboratorios de análisis Dr. Echevarne</i>	<i>Starlab</i>
<i>Bioglance</i>	<i>Laboratorios Gebro Pharma</i>	<i>SVS</i>
<i>BioIngenium</i>	<i>Laboratorios Leti</i>	<i>Takeda Pharmaceutical</i>
<i>Biokit</i>	<i>Laboratorios Menarini</i>	<i>Telstar</i>
<i>Bionanomics</i>	<i>Laboratorios Reig Jofré</i>	<i>Thrombotargets</i>
<i>Bionatur technologies</i>	<i>Lasem</i>	<i>Topping</i>
<i>BioSystems</i>	<i>Merck</i>	<i>Tpro</i>
<i>Biovet</i>	<i>Micología Forestal Aplicada</i>	<i>Transbiomed</i>
<i>Brudy Technology</i>	<i>Microart</i>	<i>Trial Form Support</i>
<i>Catfosc</i>	<i>Microbial</i>	<i>Trifermed</i>
<i>Centre d'Imatge Molecular</i>	<i>Nedken Solutions</i>	<i>Uquifa</i>
<i>Crystax</i>	<i>Neos Surgery</i>	<i>Vecmedical</i>
<i>D'Enginy Biorem</i>	<i>Neuroscience Technologies</i>	<i>X-Ray Imatek</i>
<i>Enantia</i>	<i>Neurotec pharma</i>	<i>Zambon</i>
<i>Endor Nanotechnologies</i>	<i>Ninsar Agrosiences</i>	

\*que han manifestado su consentimiento para constar en esta relación

## Relación de centros participantes

*ASCAMM Centro Tecnológico*  
*Barcelona Digital Centro Tecnológico*  
*Centro de Medicina Regenerativa de Barcelona (CMRB)*  
*Centro de Nuevas Tecnologías y Procesos Alimentarios (CENTA)*  
*Centro de Investigación Agrigenómica (CRAG)*  
*Centro de Investigación en Epidemiología Ambiental (CREAL)*  
*Centro de Investigación en Salud Internacional de Barcelona (CRESIB)*  
*Centro de Investigación en Sanidad Animal (CRESA)*  
*Centro de Regulación Genómica (CRG)*  
*Centro de Visión por Computador (CVC)*  
*Centro de Investigación Cardiovascular*  
*Centro de Investigación en Nanociencia y Nanotecnología (CIN2)*  
*Centro Tecnológico de Nutrición y Salud (CTNS)*  
*Cetemmsa Technological Center*  
*CTM Centro Tecnológico*  
*Instituto Catalán de Nanotecnología (ICN)*  
*Instituto Catalán de Investigación Química (ICIQ)*  
*Instituto Catalán de Oncología (ICO)*  
*Instituto de Bioingeniería de Cataluña (IBEC)*  
*Instituto de Biología Evolutiva (IBE)*  
*Instituto de Biología Molecular de Barcelona (IMBM)*  
*Instituto de Ciencia de Materiales de Barcelona (ICMAB)*  
*Instituto de Ciencias Fotónicas (ICFO)*  
*Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA)*  
*Instituto de Física de Altas Energías (IFAE)*  
*Instituto de Medicina Predictiva y Personalizada del Cáncer (IMPPC)*  
*Instituto de Investigación Biomédica (IRB Barcelona)*  
*Instituto de Investigación Biomédica de Bellvitge (IDIBELL)*  
*Instituto de Investigación del Hospital de la Santa Creu i Sant Pau*  
*Instituto de Investigación Hospital Universitario Vall d'Hebron*  
*Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA)*  
*Instituto de Investigación Biomédica de Girona Dr. Josep Trueta (IdibGi)*  
*Instituto de Investigación en Ciencias de la Salud Germans Trias i Pujol*  
*Instituto de Investigación Sanitaria Pere Virgili (IISPV)*  
*Instituto de Investigaciones Biomédicas Albert Pi i Sunyer (IDIBAPS)*  
*Instituto de Investigaciones Biomédicas de Barcelona (IIBB)*  
*Instituto Municipal de Investigaciones Médicas (IMIM)*  
*Instituto de Microelectrónica de Barcelona (IMB-CNM)*  
*Leitat Technological Center*  
*Vall d'Hebron Instituto de Oncología (VHIO)*

# Encuesta a centros

## 1. Actividad del centro

### 1.1 ¿Cuáles son las áreas de actividad **principales** del centro?

- |  |   |  |  |
|--|---|--|--|
| <input type="checkbox"/> Investigación básica                      | <input type="checkbox"/> Bioinformática             | <input type="checkbox"/> Acuicultura                 | <input type="checkbox"/> Diagnóstico por la imagen |
| <input type="checkbox"/> Descubrimiento/desarrollo de medicamentos | <input type="checkbox"/> Bioestadística             | <input type="checkbox"/> Biocombustibles             | <input type="checkbox"/> Dispositivos médicos      |
| <input type="checkbox"/> Diagnóstico                               | <input type="checkbox"/> Biomateriales              | <input type="checkbox"/> Industria alimentaria       | <input type="checkbox"/> Electromedicina           |
| <input type="checkbox"/> Fabricación de fármacos                   | <input type="checkbox"/> Bioprocesos (otros, ind.)  | <input type="checkbox"/> Medio ambiente              | <input type="checkbox"/> Otras (especificar)       |
| <input type="checkbox"/> Terapéuticos                              | <input type="checkbox"/> Química fina (no fármacos) | <input type="checkbox"/> Biorremediación             |  |
| <input type="checkbox"/> Salud animal                              | <input type="checkbox"/> Agroindustrial             | <input type="checkbox"/> Diagnóstico <i>in vitro</i> |  |
| <input type="checkbox"/> Otras (especificar)                       |   |  |  |

### 1.2. ¿Cuáles son las **actividades principales** del centro?

- |                                    |  |                                      |  |
|------------------------------------|--|--------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> I+D       | <input type="checkbox"/> Comercialización          | <input type="checkbox"/> Formación   | <input type="checkbox"/> Otras (especificar) |
| <input type="checkbox"/> Servicios | <input type="checkbox"/> Transferencia tecnológica | <input type="checkbox"/> Consultoría |  |

### 1.3 ¿Qué tipo de investigación realiza?

- |   |                                     |                                   |  |
|---|-------------------------------------|-----------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Investigación básica   | <input type="checkbox"/> Preclínica | <input type="checkbox"/> Fase II  | <input type="checkbox"/> Mercado             |
| <input type="checkbox"/> Investigación aplicada | <input type="checkbox"/> Fase I     | <input type="checkbox"/> Fase III | <input type="checkbox"/> Otras (especificar) |

### 1.4 ¿Qué tipo/s de **tecnología/s y/o servicio/s**?

- |                                     |   |   |  |
|-------------------------------------|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> Proteómica | <input type="checkbox"/> Nanotecnología | <input type="checkbox"/> <i>In silico</i> | <input type="checkbox"/> Otros (especificar) |
| <input type="checkbox"/> Genómica   | <input type="checkbox"/> Cristalografía | <input type="checkbox"/> Bioprocesos      |  |

### 1.6 ¿Cuáles son las principales áreas terapéuticas a las que se orientan sus **productos y/o servicios**?

- |                                       |                                       |   |  |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---|--|
| <input type="checkbox"/> Oncología    | <input type="checkbox"/> Cardiología  | <input type="checkbox"/> Endocrinología   | <input type="checkbox"/> Cirugía             |
| <input type="checkbox"/> Dermatología | <input type="checkbox"/> Pneumología  | <input type="checkbox"/> Traumatología    | <input type="checkbox"/> Androginecología    |
| <input type="checkbox"/> Digestivo    | <input type="checkbox"/> Reumatología | <input type="checkbox"/> Sistema nervioso | <input type="checkbox"/> Otras (especificar) |
| <input type="checkbox"/> Metabolismo  | <input type="checkbox"/> Inflamatorio | <input type="checkbox"/> Inmunología      |  |
| <input type="checkbox"/> Infecciosas  | <input type="checkbox"/> Hematología  | <input type="checkbox"/> Nefrouinario     |  |

## 2. Información general

### 2.1. ¿Cuántos trabajadores tiene en total el centro (año 2009)?

- |                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 10 -25  | <input type="checkbox"/> 200-300 |
| <input type="checkbox"/> 25 -50  | <input type="checkbox"/> >300    |
| <input type="checkbox"/> 50-100  | <input type="checkbox"/> >500    |
| <input type="checkbox"/> 100-200 |                                  |

### 2.2. ¿Cuántos trabajadores en I+D?

- |                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 10 -25  | <input type="checkbox"/> 200-300 |
| <input type="checkbox"/> 25 -50  | <input type="checkbox"/> >300    |
| <input type="checkbox"/> 50-100  | <input type="checkbox"/> >500    |
| <input type="checkbox"/> 100-200 |                                  |

### 2.3. ¿Cuántos trabajadores hay de cada grado? (aproximadamente)

- |                                       |   |  |
|---------------------------------------|---|--|
| <input type="checkbox"/> Doctores:    | <input type="checkbox"/> MBA-Másters:                                 | <input type="checkbox"/> Becarios:           |
| <input type="checkbox"/> Licenciados: | <input type="checkbox"/> Diplomados / C. de Formación de Grado Medio: | <input type="checkbox"/> Otros (especificar) |

**2.4 Pressupost**

- 500.000€ - 1.000.000€     
  2.000.000€ - 5.000.000€     
  > 10.000.000€  
 1.000.000€-2.000.000€     
  5.000.000€ - 10.000.000€

**3. Producción científica y gestión de la IP**

**3.1** Indique el número de publicaciones científicas del año 2008 (con factor de impacto).

**3.2.** Indique cuántas patentes tiene de cada tipo

- Ninguna     
  Nacional     
  PCT     
  Ampliación países

**3.3.** ¿Cuántas patentes tiene en trámite de solicitud?

**3.4.** ¿Cuántas patentes tiene licenciadas a terceros?

**3.5.** ¿Cuántas patentes tiene adquiridas/explotadas en licencia?

**3.6.** ¿Tiene otros modelos de protección? ¿Cuáles (especificar)?

- Sí     
  No

**3.7.** ¿De qué recursos dispone para la gestión de su IP?

- Personal propio   
  Servicios de la propia institución   
  Agente externo (consultoría)   
  Otros (especificar)

**4. Proyectos de I+D colaborativos**

**4.1.** ¿Participa en algún consorcio público-privado de I+D?

- Sí     
  No     
  Quin?

**4.2.** ¿De qué ámbito son fundamentalmente los socios?

- Cataluña     
  Estado español     
  Europa     
  Otros (especificar)

**4.3.** ¿Cuál es la tipología de socio?

- Universidad     
  Centro tecnológico     
  I. de investigación/hospital     
  Otros (especificar)

## 5. Previsión de crecimiento

5.1. ¿Se ha creado alguna empresa (*spin-off*) a partir de su centro?

- Sí  No  ¿Cuál/es?

5.2. ¿Tiene prevista la creación de otra empresa (*spin-off*)?

- Sí  No

5.3. ¿Qué espacio de trabajo ocupa actualmente (m<sup>2</sup>)?

- 500-1000 m<sup>2</sup>  >5000 m<sup>2</sup>  >20.000 m<sup>2</sup>  
 1000-5000 m<sup>2</sup>  >10.000 m<sup>2</sup>  >50.000 m<sup>2</sup>

¿Autoriza a Biocat a que haga pública su participación en el informe anual, haciendo constar únicamente el nombre de su entidad en una relación "de centros participantes"?

- Sí  No



# Agradecimientos

Biocat agradece el interés y la colaboración del conjunto de empresas y centros de investigación que con su participación han hecho posible la elaboración del Informe Biocat 2009, facilitándonos los datos relativos a su organización.

Asimismo, queremos dar las gracias también por la colaboración y la profesionalidad del equipo del Departamento de Estadística e Investigación Operativa de la Universitat Politècnica de Catalunya (Dra. Karina Gibert, Juan Carlos Martín y Víctor Peña) y su trabajo de explotación estadística de los datos recogidos en la encuesta. También nos gustaría agradecer el apoyo de Pol Merino, estudiante de Biotecnología de la UAB y becario en prácticas en Biocat.

Nos gustaría hacer también una mención especial de todo el equipo de Biocat que ha hecho posible la elaboración del informe.

## Entidades colaboradoras:

- ACCIÓ
- AGAUR
- Caixa Capital Risc
- Comissionat per a Universitats i Recerca (DIUE)
- Consell Interdepartamental de Investigació i Innovació Tecnològica (CIRIT)
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
- Farmaindustria
- Fundació Bosch i Gimpera
- Genoma España
- Institut Catatà de Finances Holding (ICFH)
- Universitat Autònoma de Barcelona
- Universitat de Barcelona
- Universitat de Girona
- Universitat de Lleida
- Universitat Politècnica de Catalunya
- Universitat Pompeu Fabra
- Universitat Rovira i Virgili
- Ysios Capital Partners
- Xarxa de Parcs Científics i Tecnològics de Catalunya (XPCAT)

[www.biocat.cat](http://www.biocat.cat)

