

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIOLOGÍA

Departamento de Sociología II (Ecología Humana y Población)



**EL SECTOR DE LA BIOTECNOLOGÍA EN ESPAÑA: SU
ESTUDIO A TRAVÉS DEL CONCEPTO DE “SISTEMA DE
INNOVACIÓN”**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR**

Víctor Manuel Díaz Benito

Bajo la dirección del Doctor:

Emilio Muñoz Ruiz

Madrid, 2002

ISBN: 84-669-2287-3

**EL SECTOR DE LA BIOTECNOLOGÍA EN ESPAÑA:
SU ESTUDIO A TRAVÉS DEL CONCEPTO DE
"SISTEMA DE INNOVACIÓN"**

VÍCTOR MANUEL DÍAZ BENITO

Tesis presentada para la obtención del grado de doctor

**Departamento de Sociología II
Ecología Humana y Población**

FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIOLOGÍA

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

Director de la tesis:

Prof. Dr. Emilio Muñoz Ruíz

Tutor:

Prof. Dr. Jesús Martínez Paricio

Madrid, diciembre 2001

INDICE

Dedicatoria y Agradecimientos	1-3
Capítulo 1. Organización de la investigación.....	4-22
<i>1.1 Formulación del problema de investigación.....</i>	5
<i>1.2 Relevancia del estudio</i>	7
<i>1.3 Resultados derivados de la tesis.....</i>	11
<i>1.4 Operacionalización del problema de investigación</i>	12
<i>1.5 Diseño de la investigación</i>	14
<i>1.6 Estructura de la tesis.....</i>	21
Capítulo 2. Marco teórico	23-79
<i>2.1 Teoría económica del desarrollo</i>	24
2.1.1 <i>Economía clásica.....</i>	25
2.1.2 <i>Economía neoclásica.....</i>	28
2.1.3 <i>Entre la teoría clásica y el neoclasicismo: Schumpeter.....</i>	29
2.1.4 <i>El pensamiento keynesiano.....</i>	31
2.1.5 <i>Las teorías económicas del desarrollo. La segunda mitad del siglo XX.....</i>	32
2.1.6 <i>El neoclasicismo. Una nueva revolución.....</i>	33
2.1.7 <i>Innovación y cambio tecnológico</i>	34
2.1.8 <i>Teoría económica de la Innovación Industrial.....</i>	37
<i>2.2 Teoría general de los sistemas</i>	43
<i>2.3 Sistema Nacional de Innovación.....</i>	47
2.3.1 <i>Los conceptos.....</i>	47
<i>Aprendizaje e Innovación</i>	
<i>Sistema</i>	
<i>Nación</i>	
2.3.2 <i>Elementos de un Sistema Nacional de Innovación.....</i>	52
1. <i>La estructura del sistema de producción</i>	
2. <i>Las instituciones</i>	

3. Instituciones y organizaciones	
2.3.3 Límites conceptuales de un Sistema Nacional de Innovación.....	56
2.3.4 Actividades y relaciones de los elementos importantes de un Sistema Nacional de Innovación.....	59
1. El sistema de I+D: recursos, competencias y organización de las actividades de I+D	
2. El papel del gobierno	
2.1 Política tecnológica	
2.2 Regulaciones, normas y derechos de propiedad	
2.3 Usuarios de innovaciones	
3. Relaciones entre empresas	
3.1 Relación usuario-productor	
3.2 Redes industriales	
4. El sistema financiero	
5. Sistema de educación y formación	
6. El sistema de dirección: la organización interna de las empresas	
7. Relación entre trabajo y capital	
2.3.5 Sistemas nacionales y sectoriales de innovación	76

Capítulo 3. El sector biotecnológico en España 80-198

3.1 Introducción general a las características del país	81
3.2 Acciones políticas del Gobierno Central en Biotecnología.....	87
3.2.1 Política general sobre Biotecnología desde 1980: la década de los ochenta, un primer paso.	87
3.2.2 Segunda etapa, el Plan Nacional de I+D y el Programa de Biotecnología.....	92
3.2.3 El Programa de Biotecnología. Un análisis detallado.....	94
Los objetivos de las convocatorias del Programa Nacional de Biotecnología. 1988-2000. Los Programas Nacionales en números. 1988-1998.	
3.2.4 Políticas tecnológicas y de financiación.	110

<i>El Plan de Actuación Tecnológica Industrial (PATI) y la Iniciativa de Apoyo a la Tecnología, la Seguridad y la Calidad Industrial (ATYCA)</i>	
<i>El Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI)</i>	
3.2.5 <i>Algunas consideraciones.</i>	121
3.3 <i>La Ciencia Base</i>	123
3.3.1 <i>Grupos de investigación y recursos humanos. Caracterización de la ciencia base biotecnológica en España</i>	123
<i>Recursos humanos potenciales</i>	
<i>Los proyectos, investigadores y los grupos de investigación (1991-1998)</i>	
<i>Los principales temas de los proyectos de investigación. Un análisis en busca de un mapa de las potenciales funcionalidades.</i>	
<i>Instituciones y centros de investigación.</i>	
<i>Principales centros del CSIC</i>	
<i>Las universidades y otros Centros Públicos de Investigación.</i>	
3.3.2 <i>Relación entre ciencia base e industria.</i>	163
<i>Centros privados y ciencia base: las empresas y las organizaciones no gubernamentales.</i>	
<i>Inversión privada.</i>	
3.4 <i>La protección de la investigación</i>	169
3.4.1 <i>El derecho de propiedad intelectual (IPR), las patentes.</i>	
<i>Comparación entre países.</i>	169
3.4.2 <i>Tratados internacionales</i>	171
<i>La Convención de París.</i>	
<i>La Convención de Patentes Europeas.</i>	
<i>El Tratado de Cooperación.</i>	
<i>El Tratado de Budapest.</i>	
<i>La Convención de Diversidad Biológica (CBD).</i>	
<i>Protección de nuevas variedades de plantas, La Unión internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV, París, 1961).</i>	

3.4.3	<i>La acción de la Comisión Europea y la Convención de Patentes Europea.....</i>	177
3.4.4	<i>Las patentes biotecnológicas.....</i>	179
3.4.5	<i>Reglas y mecanismos para los derechos de propiedad intelectual académica. Condiciones de empleo y efectos en la comercialización.....</i>	180
3.4.6	<i>Procedimiento para la negociación de patentes.</i>	182
3.4.7	<i>Normas de ámbito nacional sobre patentabilidad de invenciones biotecnológicas.</i>	183
3.5	<i>Legislación Española sobre Biotecnología.....</i>	184
3.5.1	<i>Principios fundamentales</i>	184
3.5.2	<i>Leyes específicas.....</i>	186
	<i>Normas de ámbito nacional relativas a la investigación biotecnológica.</i>	
	<i>Disposiciones de las CCAA que han asumido competencias en Bioseguridad.</i>	
3.6	<i>La aceptación pública de la biotecnología.....</i>	193
	<i>La aceptación pública en pocas palabras.</i>	
Capítulo 4.	<i>Sector Biofarmacéutico.</i>	199-256
4.1	<i>Ciencia Base.....</i>	200
4.1.1	<i>Recursos humanos</i>	200
4.1.2	<i>Financiación de la investigación.....</i>	205
4.1.3	<i>Centros y Unidades de investigación líderes: su implicación en la investigación y desarrollo del sector biofarmacéutico.....</i>	209
	<i>Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)</i>	
	<i>Centro de Biología Molecular (CBM).</i>	
	<i>Centro Nacional de Biotecnología (CNB).</i>	
4.1.4	<i>Las Universidades: potenciales recursos humanos en biofarmacia.....</i>	212
4.1.5	<i>Fundaciones.....</i>	220
4.2	<i>Estructura Industrial</i>	221
4.3	<i>Mercado. Fuerzas, Problemas y Demandas. Actitudes de los consumidores.....</i>	239

4.3.1 Características y estrategias de las empresas	
<i>farmacéuticas</i>	241
4.3.2 Aspectos reguladores.....	243
4.3.3 Las asociaciones y su participación en el debate social	246
4.4 Los Xenotransplantes: presentación de una controversia	248
4.4.1 Principales preocupaciones.....	248
4.4.2 Pautas	250
4.4.3 Posiciones internacionales	251
4.4.4 Situación actual	252
4.4.5 Los xenotransplantes en España	254
<i>Actitudes sociales y opinión pública</i>	
<i>El debate científico</i>	
<i>Aspectos industriales</i>	
<i>Conclusiones</i>	

Capítulo 5. Sector Agroalimentario..... 257-318

5.1 Ciencia Base.....	258
<i>Ciencias del suelo y del agua</i>	
<i>Ciencias de las plantas</i>	
<i>Ciencias animales</i>	
<i>Ciencias de la alimentación y otras tecnologías postcosecha</i>	
<i>Ingeniería agrícola</i>	
<i>Economía agrícola</i>	
5.1.1 Recursos humanos	261
5.1.2 Financiación de la investigación.....	265
5.1.3 Centros y Unidades de investigación líderes: su implicación en la <i>investigación y el desarrollo del sector agroalimentario</i>	267
5.1.4 Las Universidades: potenciales recursos	269
5.2 Estructura industrial.....	270
5.3 Mercado. Fuerzas y Demandas	288
5.3.1 Comercio exterior.....	290
a) <i>Identificación de las principales exportaciones por capítulos y productos</i>	
1. <i>Subsector Agrario alimentario</i>	

2. Subsector Agrario No alimentario	
3. Subsector pesquero	
b) Identificación de los mayores importadores por capítulos y productos	
1. Subsector Agrario alimentario	
2. Subsector Agrario No alimentario	
3. Subsector pesquero	
5.3.2 El intercambio del sector agroalimentario español con la Unión Europea.....	294
a) Exportaciones	
1. Subsector Agrario alimentario	
2. Subsector Agrario No alimentario	
3. Subsector pesquero	
b) Importaciones	
1. Subsector Agrario alimentario	
2. Subsector Agrario No alimentario	
3. Subsector pesquero	
c) Intercambio de productos de la industria alimentaria	
5.3.3 Financiación de los sectores agrario y alimentario.....	297
5.3.4 Programa Sectorial de I+D Agrario y alimentario.....	299
5.4 Cultivos Transgénicos.....	301
5.4.1 La situación en la Unión Europea.....	302
5.4.2 Situación en España. Las pruebas de campo con las cosechas genéticamente modificadas.....	304
5.5 Los Organismos Modificados Genéticamente en la Agricultura y la Alimentación: Presentación de una controversia.....	306
5.5.1 La transposición de las Directivas 90/219 y 90/220 y el marco normativo.....	308
5.5.2 Evolución de la situación en el debate social.....	310
a) La situación hasta 1995	
b) La situación después de 1995	
5.5.3 Principales organizaciones, estrategias y actores involucrados en el debate español sobre los Organismos Modificados Genéticamente.....	313

5.5.4 Medios e instrumentos para el debate social sobre los cultivos y alimentos modificados genéticamente.....	317
--	-----

Capítulo 6. El sistema español de innovación en biotecnología:

Resumen y Conclusiones	319-343
<i>6.1 Las encuestas de innovación en España.....</i>	<i>317</i>
<i>6.2 Indicadores del sistema español de ciencia y tecnología.....</i>	<i>322</i>
<i>6.3 La biotecnología en España, y su estudio como un sistema de innovación</i>	<i>323</i>
<i>6.3.1 El sistema de I+D</i>	<i>324</i>
<i>6.3.2 El papel del Gobierno</i>	<i>329</i>
<i>Dificultades en las políticas tecnológicas (y/o de innovación) en biotecnología.</i>	
<i>6.3.3 Relaciones entre empresas</i>	<i>333</i>
<i>6.3.4 Sistema financiero.....</i>	<i>334</i>
<i>6.3.5 Sistema educativo y formativo.....</i>	<i>335</i>
<i>6.3.6 El sistema de dirección: la organización interna de las empresas</i>	<i>337</i>
<i>6.3.7 La actitud social</i>	<i>338</i>
<i>6.4 Última reflexión.....</i>	<i>340</i>
<i>La dimensión regional</i>	

Bibliografía	344-363
---------------------------	----------------

Apéndices:

Apéndice I. Cuestionario utilizado para el análisis cuantitativo del sector industrial español	1-11
Apéndice II. Relación de asociaciones e interlocutores entrevistados del subsector agroalimentario	1-2
Apéndice III. Guión de las entrevistas realizadas a las asociaciones del subsector agroalimentario.....	1-2

Apéndice IV. Expertos entrevistados	1-2
Apéndice V. Tablas y Gráficos complementarios de los capítulos 3, 4 y 5	1-14
Apéndice VI. Convocatoria del Programa Nacional de Biotecnología de 1996 (BOE del 29 de septiembre de 1995)	1-7
Apéndice VII. Proyectos financiados por el CDTI en Biotecnología 1987-1998)	1-7
Apéndice VIII. Proyectos financiados por el Plan Nacional en Biotecnología (1991-1998)	1-27
Apéndice IX. Indicadores del sistema español de ciencia y tecnología (1999)	1-3

A mi hijo Alejandro, a mi esposa Cristina y a mis padres

Agradecimientos

El año 1996 constituye el punto de partida de mi vida profesional en el campo de la investigación científica la cual se produce como consecuencia de la concesión de una beca predoctoral por parte del Fondo de Investigación Sanitaria (FIS) para el desarrollo de una tesis doctoral en el antiguo Instituto de Estudios Sociales Avanzados, actualmente Unidad de Políticas Comparadas, del CSIC, bajo la dirección y supervisión del Profesor Emilio Muñoz Ruíz, en quien he encontrado al maestro que todo investigador anhela tener. Sus claros y profundos conocimientos, su reconocida experiencia investigadora, sus permanentes consejos y aportación de ideas, su dedicación a mi persona y al trabajo que he venido desarrollando son cualidades sobre las cuales me resulta enormemente difícil expresar, en toda su extensión, mi más sincero agradecimiento.

La tutoría de la presente tesis doctoral ha corrido a cargo del Prof. Jesús Martínez Paricio de la Universidad Complutense de Madrid, a quien deseo agradecer su interés y dedicación.

En Juan Espinosa de los Monteros he encontrado al amigo, al compañero, al crítico, al consejero y al colaborador. Sirvan también estas breves líneas para expresarle mi reconocimiento por la ayuda que en todo momento me ha prestado durante todos estos años.

Mis agradecimientos se hacen extensivos a:

María Jesús Santesmases, María Ángeles Toribio, Carmen Montalvillo, Charo Llera y María Angeles Moya, compañeras de trabajo, por su entrega, dedicación y profesionalidad en cuantas labores han sido precisas para llevar a buen término esta tesis doctoral. Mi reconocimiento se hace también extensivo a todo el personal de la Unidad de Políticas Comparadas del CSIC, particularmente a su Director Prof. Ludolfo Paramio y a nuestra Gerente Elena Cerrajero, en quienes he encontrado toda clase de apoyo y colaboración.

Ascensión Barajas y al CDTI por su colaboración, facilitando los proyectos financiados por esta entidad, a los gestores y coordinadores de la CICYT, en especial a José Miguel Martínez Zapater, gestor del Programa Nacional de Biotecnología y a Ana Barat, coordinadora de Programas de Calidad de Vida y Recursos Naturales y a Carmen Alcalde, que han puesto a disposición de la investigación las bases de datos disponibles sobre la investigación financiada en Biotecnología, a Regina Careaga y Pilar Velázquez, de la Federación Española de Industrias de la Alimentación y Bebidas (FIAB), por su labor como intermediarios en la interlocución con la industria alimentaría, a Orietta Marsili, de SPRU, Universidad de Sussex, por su aportación a la revisión de la literatura sobre los "sistemas nacionales de innovación, dentro del marco del proyecto EBIS, a todos los expertos entrevistados, y en general a todas aquellas personas que, de una forma u otra, me han prestado su colaboración en la realización de esta tesis doctoral.

En el plano internacional mi agradecimiento a Manuel Mira Godinho y Jacqueline Senker, coordinadores, respectivamente, de los proyectos de la U.E. " Strategies and policies for systemic interaction and converge in Europe (CONVERGE)" y " European Biotechnology Innovation Systems (EBIS)" por haberme dado la oportunidad de participar en la realización de dichos proyectos de investigación y por su apoyo económico.

Capítulo 1. Organización de la investigación

A partir de los años setenta los avances en disciplinas como la microbiología, la bioquímica, la química orgánica e incluso la informática ofrecen nuevas perspectivas basadas, principalmente, en la utilización de las nuevas técnicas de DNA recombinante. El gran progreso científico basado en la biología molecular y en la genética molecular que ha conseguido la identificación, alteración y transferencia de material genético, la manipulación en última instancia, permite vislumbrar un sinfín de aplicaciones a las distintas ciencias de la vida, que levanta expectativas en la mejora de la calidad y cantidad de vida de los humanos. Así, “la definición de biotecnología abarca a todas las tecnologías mediadas por un ser vivo o por partes de él, sean éstas células o enzimas aisladas” (García Olmedo, F., 2001). Sectores económicos, pero también sociales, como la salud humana y/o animal, la agricultura y alimentación, el medio ambiente, los procesos industriales y por extensión todos aquellos que se revelan como potenciales “consumidores” de las nuevas biotecnologías, pueden verse fuertemente condicionados por el uso generalizado de las técnicas. La solución a problemas derivados de la producción agraria y animal, de determinadas enfermedades de plantas, animales y humanos, de nutrición, etc, estará supeditada al uso y comercialización de productos y procesos elaborados y enmarcados dentro de lo que hoy se entiende como nueva biotecnología.

Pero en el desarrollo de este nuevo sector, como en el de muchos otros, influyen, además del tejido industrial, otros actores –centros públicos de investigación, las políticas públicas elaboradas a tal efecto, la legislación, el mercado, los grupos de presión, etc.- que configuran lo que hoy día entendemos como sistema de innovación y que posibilita comprender su situación actual, en un momento determinado del tiempo, y su posible evolución a corto y medio plazo. A este respecto, ¿existe un sistema de innovación biotecnológico en España?, ¿quién lo compone y cuáles son sus características?, ¿a qué problemas se enfrenta?, ¿cuál es su verdadero potencial?, ¿existe coordinación, colaboración e interrelación entre los diversos elementos que componen el sistema?.

El sistema de innovación, per se, supone el desarrollo de las capacidades innovadoras empresariales con dependencia de las capacidades de comunicación y su interacción con

las fuentes de conocimiento existentes en el entorno. Su exploración y posterior análisis son requisitos para la viabilidad de los nuevos desarrollos biotecnológicos.

1.1. Formulación del problema de investigación

La presente investigación, objeto de la tesis presentada, tiene como objetivo general analizar el sistema nacional de innovación en biotecnología, su configuración y evolución en la década de los noventa en España. Esta amplia definición del objetivo propuesto para la investigación es concretado a través de la formulación de los objetivos específicos, ligados a realidades concretas, de tal forma que se pueda apreciar con exactitud las pretensiones del estudio. A tal efecto los objetivos específicos que emergen son:

1. Describir las características nacionales de este sistema “sectorial”¹ de innovación.
2. Describir y analizar las políticas públicas relacionadas con la investigación biotecnológica desde 1980 hasta 1999.
3. Describir y analizar la ciencia base generada en España en el sistema público de investigación en biotecnología en la década de los noventa, y su relación con el tejido industrial.
4. Establecer una aproximación al estado del sector industrial en biotecnología a finales de la década de los noventa, su aparición en el escenario español, caracterización, implicación en las actividades de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación.
5. Describir y analizar las conexiones entre la industria y el sistema público de investigación, sus objetivos y mecanismos de colaboración.
6. Analizar el sistema de protección español de la investigación, el derecho de propiedad intelectual y las patentes.
7. Describir la legislación española derivada de los avances biotecnológicos y su implicación en el desarrollo del sector.

¹ La distinción entre sistema nacional y sectorial de innovación se recoge en el apartado 2.3.6 del estudio, basado en la literatura existente. Los límites sectoriales, en el caso que nos ocupa, están definidos por la utilización o desarrollo de las biotecnologías, entendidas como “nuevas tecnologías”. La íntima relación de los enfoques de ambos sistemas, nacionales y sectoriales, ha favorecido la utilización del término de sistema nacional de innovación, y su aproximación, al sector biotecnológico.

8. Indagar y analizar la opinión pública generada sobre los avances en biotecnología.

Todos ellos han sido concebidos a partir de la configuración del problema de investigación, y como resultado de las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Existe en España un sistema, articulado como tal, de innovación –que supone además del de ciencia y tecnología un paso adicional de transferencia de conocimiento a la empresa- en torno a la biotecnología?, en el caso favorable en el que quede demostrada su existencia, ¿cuándo se constituyó?, ¿a partir de qué momento puede decirse que se dan todas las condiciones necesarias y suficientes para su consideración?.
2. ¿Cuáles son las características diferenciadoras de dicho sistema y de cada uno de los elementos que lo componen?, ¿cuál es el potencial del sistema?.
3. ¿Qué papel juegan las administraciones, las empresas, el sistema público de investigación, la sociedad, el orden jurídico, e incluso el mercado (la oferta y la demanda) en el sistema de innovación biotecnológico español?, ¿cuál ha sido su evolución en la década de los noventa?, ¿cómo se han ido adaptando a las exigencias derivadas de los continuos cambios de las nuevas biotecnologías?.
4. ¿Cuáles son los “protocolos de actuación” existentes para el establecimiento de contactos y relaciones de colaboración en I+D+i entre las empresas y éstas y los organismos públicos de investigación?, ¿son canales formales o informales de colaboración, información y comunicación?, ¿verticales u horizontales en la cadena de producción?, ¿estables –estructurales- o coyunturales?.
5. ¿Qué factores inciden en mayor medida en el desarrollo del mismo?, ¿cuáles son los puntos fuertes y débiles del sistema?, ¿qué medidas, políticas, económicas, sociales, etc, deben aplicarse para potenciarlo?.
6. ¿Qué implicaciones socioeconómicas, presentes y futuras, tiene en el conjunto de la economía nacional?, ¿cuál es su valor estratégico?.

El tema objeto de estudio queda delimitado, pues, al sistema definido como de innovación en biotecnología en España entre los años 1990 y 1999, y por extensión a todos aquellos actores implicados en su conformación. El sistema está participado por la

comunidad científica –investigadores- de los centros públicos (todos aquellos que han tenido proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico en relación con la biotecnología en el período antes mencionado) y privados (por ejemplo de fundaciones) de investigación, por las empresas existentes en este nuevo sector (aquéllas que han podido, al menos, ser identificadas como biotecnológicas) independientemente de su posición en la cadena de producción, por las políticas y decisores públicos en investigación relacionados con la biotecnología, por los “grupos de presión” encargados de configurar la opinión pública existente en la actualidad (como son los grupos ecologistas, asociaciones –de consumidores, amas de casa, científicos, etc-) y, en última instancia, por la propia sociedad, que en su calidad de consumidores finales de los desarrollos obtenidos pueden influir, y de hecho influyen, en la existencia y en la dinámica de dicho sistema. Se focalizará, como estudios de caso, en los subsectores “biofarmacéutico” y “agroalimentario”, recogiendo la problemática y/o controversia existente en torno a los xenotransplantes y a la utilización de los organismos modificados genéticamente (y de los alimentos transgénicos) respectivamente.

1.2. Relevancia del estudio

El devenir de las economías capitalistas a finales del siglo XX parece estar condicionado, como la gran mayoría de expertos reconoce, por los efectos de la innovación, ya sea tecnológica o no, y por los procesos de su difusión social.

Debe entenderse aquí la innovación como elemento que asegura la competitividad en el sistema económico, la introducción o transferencia de técnicas, productos o procesos nuevos seguidos de procesos de difusión. La innovación tecnológica, como conversión de conocimiento tecnológico en nuevos productos o procesos y su posterior introducción en el mercado, resulta vital para la competitividad de las empresas. Pero no son sólo las empresas las que encuentran en el marco de innovación un papel destacado: las distintas administraciones, el sistema público de I+D (los centros públicos de investigación como universidades y distintos OPIS), las infraestructuras existentes y las interrelaciones entre todos ellos marcan el desarrollo de los procesos de innovación, del sistema de innovación y, por lo tanto, de la capacidad y competitividad del sistema económico nacional.

El concepto de sistemas nacionales de innovación (Lundvall, 1988 y Nelson, 1993), ha sido considerado como reciente y “eficaz” “método de análisis” de la innovación tecnológica, aproximación que está fundamentada en la consideración de todos los agentes antes mencionados como parte de un complejo sistema general, en el que la interrelación entre los mismos condiciona la capacidad innovadora y, por extensión, la capacidad competitiva.

Así, estudios referidos al contexto nacional, o a los sistemas regionales de comunidades autónomas –cataluña, país vasco, etc.-, como los realizados por Molero, J. (1983), Lafuente et al. (1985), Braña, J. et al. (1984), Castells et al. (1986), etc., ponen de manifiesto la importancia de la innovación en la proyección económica del país –o de las CC.AA.- y, por consiguiente, la importancia y relevancia de los trabajos de análisis y evaluación del componente innovador, de la capacidad de dominio de la ciencia y la tecnología, de la traducción del progreso científico en capacidad de competitividad económica, de las relaciones de las empresas con el sistema público de investigación, del sistema, en definitiva, de I+D+i.

Por otro lado, la biotecnología -conjunto de técnicas que utiliza organismos vivos (o partes de ellos) para obtener nuevos productos, o modificar los existentes mejorando las especies (de plantas o animales) o desarrollando microorganismos que tienen objetivos concretos y definidos en la mayoría de los casos- se convierte a finales del siglo pasado en paradigma del proceso innovador, de transferencia de conocimiento y de tecnología, ofreciendo numerosas posibilidades y aplicaciones a partir de los nuevos desarrollos de la ingeniería genética. Las relaciones entre el mundo científico y el empresarial son decisivas para el éxito de los proyectos.

El valor estratégico, pues, de la biotecnología –tradicional o nueva- es reconocido a nivel nacional e internacional en la mejora o diseño de procesos o productos específicos, con aplicación en múltiples sectores (de ahí la horizontalidad de la misma), lo que aumenta su valor añadido. Las oportunidades que ofrece al sector farmacéutico (incluyendo la sanidad humana y animal), por ejemplo en la consecución de productos más baratos y seguros –hormona del crecimiento, insulina, etc.-, al medioambiental –descontaminación con mayor selectividad y eficacia-, al agroalimentario –mejora de la calidad nutritiva de los alimentos, tratamiento de plagas, optimización del suelo

desfavorable por problemas de sequía, salinidad-, convierte a la biotecnología en un área emergente con enormes posibilidades de desarrollo.

La conjunción de ambos factores, sistemas nacionales de innovación y biotecnología, ambos considerados de forma general e independiente como críticos para el desarrollo económico de una nación, representa la concepción de la tecnología en su máxima expresión, entendiendo la innovación como transferencia de tecnología y biotecnología como conjunto de tecnologías de gran aplicación.

Todo ello dotaría de suficiente justificación a la elección del tema de estudio, en referencia al contexto nacional y dentro del marco conceptual de sistema de innovación. Sin embargo, es necesario y oportuno señalar algunas consideraciones adicionales.

En primer lugar, la escasez –o en su defecto, ausencia- de estudios descriptivos y analíticos de lo que a partir de este momento denominaré como sistema nacional de innovación en biotecnología. Por un lado, como ya se apuntó anteriormente, se han realizado numerosos estudios que han comprendido el sistema de innovación en conjunto, ya sea a nivel nacional o regional, determinando los agentes implicados en los procesos innovadores y las múltiples interacciones derivadas de los mismos. Cabe citar obras como las de Barceló, M. (1994) “Innovación Tecnológica en la industria”, Buesa, M. (1993) “La Política Tecnológica en España: Una Evaluación en la Perspectiva del Sistema Productivo”, Buesa, M. y Molero, J. (1992) “Patrones del Cambio Tecnológico y política industrial”, Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI 1995) “Sistemas Regionales de Innovación”, Círculo de Empresarios (1995) “Actitud y comportamiento de las grandes empresas españolas ante la innovación”, COTEC (1997) “Documento para el Debate sobre el Sistema Español de Innovación”, Instituto Madrileño de Desarrollo (IMADE 1995) “La industria y los empresarios madrileños ante la innovación tecnológica”, Castells, M. et al (1986) “El desafío tecnológico: España y las nuevas tecnologías”, así como otros tantos autores e instituciones que se han encargado del análisis y evaluación de la innovación, pero sin realizar un análisis “sectorial” (por sectores de actividad) específico.

Por otro lado, los trabajos que han considerado el sector biotecnológico como unidad de análisis –GABIOTEC (1996) “Los retos de la biotecnología”, García Olmedo, F. (1998)

“La Tercera Revolución Verde”, García Olmedo, F. et al. (2001) “La agricultura española ante los retos de la biotecnología”, Muñoz, E. (1994) “Una visión de la biotecnología. Principios, políticas y problemas”, Muñoz Ruiz, E. (1997) “Biotecnología, Industria y Sociedad: el caso español”, etc.- han considerado diversos aspectos de la biotecnología, legales, sociales, éticos, en sus aplicaciones agrícolas, biofarmacéuticas, de patentabilidad..., pero no dentro de la aproximación de sistemas de innovación, si bien en la mayoría de ellos, por la propia naturaleza de la biotecnología, han hecho referencia y mención a los procesos de cambio tecnológico.

En segundo lugar, los análisis practicados sobre el sistema español de ciencia y tecnología –como los realizados anualmente por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología- se han reducido a la consideración de indicadores básicos de las actividades llevadas a cabo, información cuantitativa sobre I+D que ofrece series temporales de la financiación, recursos humanos, participación en programas nacionales e internacionales. En ningún momento estos indicadores han sido relacionados con las prioridades y estrategias empresariales, con sus necesidades, con los mecanismos de colaboración entre éstas y los organismos públicos de investigación. La identificación de los esfuerzos económicos basada en datos estadísticos se revela, a todas luces y dentro del concepto de sistemas de innovación, insuficiente. Aunque la elaboración de estos indicadores y el registro estadístico de los mismos se convierte en una necesidad de primer orden, para la realización de estudios de esta naturaleza, donde aparecen distintos agentes que hasta finales del siglo pasado habían permanecido prácticamente en el anonimato –asociaciones, ONGs, etc.-, es necesario realizar aproximaciones mediante el análisis cuantitativo y cualitativo, ambos complementarios, intentando buscar factores explicativos de la política innovadora, su relación con las estrategias empresariales y la consideración de la aceptación social, en este caso en particular, como fuerte condicionante de éstas.

En tercer y último lugar, el amplio espectro de posibilidades que abre las técnicas y/o tecnologías de la nueva biotecnología en sectores productivos tan diversos como la agricultura, la alimentación, la sanidad –estos dos en su doble vertiente: humana y animal-, la energía, el medio ambiente, los procesos industriales, los suministros, ..., han provocado acercamientos individualizados a los retos de la biotecnología en cada uno de ellos, como ya se pudo observar anteriormente. La agricultura, por un lado, y la salud,

por otro, han sido testigos de numerosos trabajos en los que la biotecnología aparece como fuente de cambio, tecnológico, a corto, medio y largo plazo. La aparición de los “organismos modificados genéticamente”, de los “transgénicos” y de la genómica y proteómica respectivamente abren innumerables perspectivas y expectativas de mejora y optimización de los recursos. En esta tesis se realizará una aproximación al conjunto de lo que actualmente se denomina en España como sector biotecnológico, intentando comprender todos los procesos que componen el sistema innovador. Además, los estudios de caso de los subsectores biofarmacéutico y agroalimentario enriquecerán el trabajo general aportando las particularidades de cada uno de ellos.

1.3. Resultados derivados de la tesis

La postura de partida defendida es la dependencia de los sistemas innovadores del tejido industrial existente, pero no sólo de éste sino también del desarrollo institucional y político del gobierno de la nación. Distintos grados de desarrollo en ambos agentes pueden comprometer la viabilidad del propio proceso innovador: una gran capacidad política de los decisores públicos –en su capacidad de decisión, de formulación y de puesta en marcha de políticas activas, en este caso de biotecnología- debe ir acompañado de un estadio de desarrollo empresarial suficiente capaz de demandar y participar en la misma elaboración de las propuestas y de desarrollar el potencial del marco institucional y legal. Un tejido industrial caracterizado por pequeñas empresas en las que todavía no se ha incorporado la investigación científica y el desarrollo tecnológico y con recursos humanos no cualificados difícilmente puede beneficiarse de medidas políticas de mayor complejidad en innovación.

Además, en esta relación de interdependencia los valores culturales de la población juegan un papel decisivo –en lo que se refiere a la aceptación social de las nuevas tecnologías-, aún más cuando nos encontramos con un movimiento, en alza, de participación ciudadana, de movilización social.

Con el objeto de esta tesis, la identificación y el análisis del estado actual del sistema de innovación en biotecnología, permitirá valorar, en su justa medida, las oportunidades de desarrollo y “supervivencia” del tejido industrial español en un contexto cada vez más globalizado, internacionalizado, definiendo estrategias específicas de acción; permitirá

reorientar las políticas de apoyo a la investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación en la búsqueda de una mayor eficacia y eficiencia para con objetivos determinados; ello permitirá percibir las tensiones que generan dos sistemas, el científico y el empresarial, cuando funcionan con intereses divergentes, fomentando políticas de colaboración; permitirá adecuar la normativa y legislación a los problemas, éticos, morales, etc, derivados de los continuos avances, problemas dotados de características diferenciales con el resto de países europeos, lo que exige un esfuerzo de adecuación de la política comunitaria a las peculiaridades nacionales –la simple transposición de normativas europeas necesita de la corrección de disposiciones a nivel nacional-; y, por último, permitirá prever reacciones sociales –y sus implicaciones económicas-, favorables o adversas, relacionadas con las nuevas técnicas, reacciones basadas en resultados objetivos de los avances o en campañas de difusión que manipulan dichos resultados y que responden a intereses creados, con la necesidad de corregir estas desviaciones y desvirtuaciones mediante campañas objetivas de divulgación y difusión promovidas desde los distintos ámbitos. La difusión, dentro de la aproximación de sistemas de innovación, es uno de los requisitos fundamentales del sistema, que debe producirse tanto en lo que se refiere a la transferencia de tecnología como hacia la sociedad en general, sociedad que se convierte en colectivo de potenciales consumidores de los nuevos, o de los mejorados, productos.

El marco teórico y conceptual en el que se encuadra la investigación es el de Sistemas de Innovación, en el que confluyen distintos actores implicados en la formulación y aplicación del conocimiento y cuya interrelación condiciona la formulación de políticas públicas, los mecanismos de financiación y las pautas de comportamiento y actitud de la sociedad. Todo el marco teórico y su posterior desarrollo es explicitado en el capítulo segundo.

1.4. Operacionalización del problema de investigación

Una vez definido y delimitado el objeto de estudio se procede, mediante proceso deductivo, a la *formulación de las hipótesis*, como respuestas “probables” y pendientes de confirmación a las preguntas de investigación inicialmente propuestas.

1. La existencia de un tejido industrial consolidado dentro del sector dota de consistencia al sistema de innovación. España cuenta actualmente con el suficiente entramado (identificado), aunque caracterizado por empresas de pequeño y mediano tamaño.
2. Las empresas biotecnológicas españolas de reciente creación –años noventa- tienen una actitud más favorable hacia la innovación que las creadas en las décadas de los setenta y ochenta.
3. Esta actitud es, igualmente, más favorable en aquellas empresas que tienen en la biotecnología su actividad principal. El alto componente tecnológico de este sector demanda una actitud positiva hacia la innovación en la búsqueda de competitividad.
4. Las relaciones entre empresas son deficitarias e insignificantes, mostrando una actitud poco favorable al desarrollo de investigaciones e innovaciones en colaboración o cooperación con otras empresas, sobre todo a nivel horizontal.
5. El sistema de ciencia y tecnología nacional, en lo que se refiere a la investigación biotecnológica, cuenta con un importante potencial humano, formado y competitivo, fuente de conocimiento que encuentra en la estructura y configuración del mismo –sistema de I+D- un freno a la transferencia tecnológica y de conocimiento.
6. Las interrelaciones entre las empresas y los organismos públicos de investigación son establecidas a través de canales informales, mediante pautas de conducta y de comportamiento individuales.
7. La sociedad no tiene suficiente información y formación sobre los adelantos biotecnológicos para generar una opinión pública cualificada. La falta de tradición y cultura en investigación de la sociedad evidencia un retraso en las pautas de modernización.
8. Las campañas orquestadas por distintas organizaciones en contra de la biotecnología responden, en la mayoría de los casos, a intereses –económicos- particulares.
9. El sector industrial apuesta decididamente por la innovación tecnológica en biotecnología a pesar de encontrar reacciones sociales –puntuales- contrarias a su desarrollo.

10. La existencia de una red empresarial formalmente establecida alrededor de los desarrollos biotecnológicos, de un sistema público de investigación capacitado, de unos canales de interacción y colaboración formalizados y de una participación de los agentes sociales –asociaciones, sindicatos, ONGs, etc.- en la aceptación de las nuevas tecnologías confirma la existencia de un sistema español de innovación en biotecnología.

1.5. Diseño de la investigación

El objetivo fijado en la investigación, con un marcado enfoque descriptivo y analítico, de identificación, descripción y análisis del sistema de innovación español en biotecnología a través de la aproximación metodológica utilizada en los análisis de innovación tecnológica de los llamados sistemas nacionales de innovación (Lundvall, 1988 y 1992; Nelson, 1993) persigue la búsqueda de aquellos agentes, y sus mecanismos, capaces de generar conocimiento y capacidad innovadora.

El modelo de sistema de innovación está basado en las capacidades innovadoras de la sociedad, capacidades que dependen de la interrelación con las fuentes externas de conocimiento existentes y de la coordinación de sus propias fuentes, interdependientes, de conocimiento. Así, las fuentes fundamentales de innovación son las instituciones y sus mecanismos de interacción.

Las condiciones básicas de un sistema de innovación, y por lo tanto conceptos a definir, son aprendizaje, innovación, sistema y nación.

La variable dependiente de la investigación es la capacidad innovadora que los distintos agentes generan para configurar el sistema de innovación. Esta capacidad de innovación, entendida como variable, es de carácter dinámica, en la que confluyen aspectos cuantitativos y cualitativos.

Los factores explicativos, variables independientes, de la capacidad innovadora son numerosos, aunque pueden quedar agrupados en: 1. Las políticas de ciencia y tecnología, tanto en la capacidad del gobierno en la “gestión de la ciencia” como en lo que se refiere a las preferencias gubernamentales (ligadas a objetivos y motivaciones

determinadas) en el diseño y selección de las políticas; 2. El contexto socio-económico, derivado de la consolidación de una economía estable y de la existencia de un entramado industrial competitivo; 3. La institucionalización de la I+D, referida a la participación de los actores involucrados en las labores de investigación, a las (inter) relaciones establecidas entre instituciones y organizaciones, a la cultura –tradición- de ambas en investigación.

La principal hipótesis que se sostiene en el estudio es que la capacidad innovadora de un sector está directamente relacionada con su red empresarial, ya que los intereses, principalmente económicos, de las mismas son los que definen las estrategias de I+D y de colaboración y cooperación con otras instituciones. Más en particular, el desarrollo del sistema de innovación depende de la capacidad de sacrificio experimentado por las empresas en relación con la aceptación de cierto grado de incertidumbre y de inversión.

En esta “capacidad del riesgo” de las empresas, la opinión pública (de aceptación o rechazo de los nuevos productos o procesos derivados de los adelantos biotecnológicos) se convierte en uno de los factores explicativos de la adopción de determinadas actitudes empresariales. En este sentido, la apuesta innovadora de la industria parece estar poco condicionada, o por lo menos en menor medida, por otros factores, tales como el grado de institucionalización o de implicación y compromiso gubernamental. Aunque la existencia de políticas nacionales de apoyo a la ciencia y la tecnología es una de las principales herramientas que favorecen y mediatizan el sistema, en el caso del sistema nacional español, con una tradición cultural de “baja intensidad” en investigación, la reacción experimentada en el tejido empresarial no es tan acentuada como cabría esperar. La tendencia económica en continua evolución de globalización, internacionalización o mundialización precipita el salto de las barreras nacionales en un contexto más amplio, donde pueden encontrarse, dentro de la Unión Europea por ejemplo, medidas de fomento a la investigación y a la innovación que suplantán o complementan las de carácter nacional.

Por ello, las estrategias políticas e institucionales, aún siendo -como ya se mencionó anteriormente- uno de los elementos y factores determinantes en la conformación de los sistemas innovadores, aparecen en este caso como variables independientes de menor cohesión. Estas estrategias, a su vez, presentan dependencia respecto a la existencia de

grupos de presión formales y/u organizados, generando ciertas resistencias que en momentos de “agitación” o de especial “sensibilización social” pueden representar uno de los factores explicativos más relevantes.

El diseño de la investigación, según el tratamiento de la variable tiempo, responde al diseño longitudinal de tendencias, con una descripción general del conjunto de agentes que componen el sistema y su evolución, y tendencia, a lo largo del período 1990-1999.

En función de los objetivos de la investigación, el diseño, precedido de una fase exploratoria de aproximación, es descriptivo y explicativo (búsqueda de las causas o razones de los hechos, acciones y opiniones de los actores que forman parte del sistema), elaborando las estrategias de investigación para la descripción, y posterior caracterización y explicación, del fenómeno a analizar –el sistema de innovación en biotecnología-.

La metodología utilizada está basada en el concepto de triangulación, entendido como “la utilización de múltiples puntos de referencia para lograr la posición exacta de un objeto en el espacio. De esta forma se logra una mayor precisión que la alcanzada mediante la aplicación de un único punto de referencia” (Cea D`Ancona, M.A., 1996).

En esta misma línea Campbell y Fiske, 1959, (en Cea D`Ancona, M.A., 1996) desarrollan la idea de operacionalización múltiple, como “la necesidad de utilizar más de un método en el proceso de medición para, de esta forma, aumentar la validez de los hallazgos y el grado de confianza en los mismos” (la validez es el grado de adecuación de una medida particular a la realidad a la que apunta). Ambos autores afirman que la adecuación de cualquier constructo hipotético debe establecerse por su validez convergente -el acuerdo entre los distintos métodos de medir el mismo constructo- y por su validez discriminante -diferenciación entre los resultados cuando se emplea el mismo método para asegurar cualidades hipotéticamente diferentes de los mismos objetos-. Como puso de manifiesto Babbie, 1992, “no importa lo que quieras averiguar, probablemente existan muchas formas de hacerlo” (en Cea D`Ancona, M.A., 1996).

La triangulación es ampliamente tratada por Denzin en 1975 en su obra “The Research Act”, donde distingue cuatro tipos de triangulación: de datos (utilización de varias

fuentes de información sobre un mismo objetivo para contrastar la información obtenida), de investigadores (la utilización de equipos multidisciplinares o interdisciplinares, desde distintas áreas de conocimiento o especialidades), teórica (la implicación del mayor número de perspectivas teóricas o de análisis) y metodológica (intra método, aplicación de un método con distintas técnicas de análisis o en distintos momentos; y entre métodos, combinación de varios métodos). Defiende la triangulación multimétodo (de datos, investigadores, teórica y metodológica) como ideal.

A partir de este momento la triangulación es utilizada para la evaluación de programas, como es el caso de Reichardt y Cook, 1979, Schwartz y Jacobs, 1979, Patton, 1980 y Madey, 1982.

Esta estrategia de investigación -la triangulación- compagina la utilización de diversos métodos de investigación social y de distintas fuentes de información, como pueden ser los datos disponibles de censos de instituciones sin ánimo de lucro -fundaciones, centros de investigación, etc.-, estadísticas oficiales del instituto nacional de estadística, los obtenidos por entrevistas personales, grupos de discusión, encuestas de opinión, ...

En esta tesis se ha seguido, por la propia naturaleza del objeto de estudio -la descripción y el análisis del sistema de innovación en biotecnología, dinámico, con aspectos cualitativos y cuantitativos-, la triangulación de datos y metodológica (según los conceptos de Denzin, 1975).

En lo que respecta a la primera -los datos-, la ausencia de estudios anteriores referidos al objeto de la presente tesis y a la participación de distintos agentes ha obligado a la indagación y utilización de diversas fuentes de información. En un primer momento del estudio, se ha recurrido a las fuentes secundarias (documentales y estadísticas), a los datos publicados por organismos públicos y privados y a otros estudios e investigaciones publicadas en libros o revistas, además de acudir a datos no publicados y elaborados por organismos públicos. Este es el caso del trabajo realizado en la descripción y caracterización de la ciencia base, del papel desempeñado por los organismos públicos de investigación, utilizando datos no publicados de la CICYT (Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología) sobre los proyectos financiados en el período del estudio, datos de identificación de grupos de investigación de ciertas

publicaciones como el “Spanish research groups & enterprises working in Biotechnology 1997” (CICYT, 1998), estadísticas sobre las actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico del Instituto Nacional de Estadística (INE) o el libro blanco sobre la innovación. Se han utilizado, también, los Boletines Oficiales del Estado (BOEs) en los que aparecen las convocatorias de los Programas Movilizadores de Biotecnología (1984-1987), los Planes Nacionales y Programas Nacionales de Biotecnología (1988-1999), el Plan de Actuación Tecnológica Industrial (PATI, 1991-1996) y la Iniciativa de Apoyo a la Tecnología, la seguridad y la Calidad Industrial (ATYCA, 1997-1998); los datos del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI, 1988-1999); la información facilitada por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), las Universidades (españolas) y otros Centros Públicos de Investigación (INIA, CISA, FIS) sobre sus centros de investigación a través de sus páginas web y memorias correspondientes; los indicadores del sistema español de ciencia y tecnología (CICYT); el marco legislativo y el derecho de propiedad intelectual recogido en tratados internacionales, la Constitución Española de 1978, leyes, decretos, disposiciones y reglamentos. La utilización de directorios y de material primario de ciertas federaciones y asociaciones (Federación Española de Industrias de la Alimentación y Bebidas, FIAB; Confederación Española de Fabricantes de Alimentos Compuestos para Animales de Compañía, CESFAC; Asociación Nacional de Empresas para el Fomento de las Oleaginosas y su Extracción, AFOEX, ...) ha resultado decisiva para la identificación de las empresas nacionales actualmente implicadas en el sector biotecnológico.

En un segundo paso, todo el análisis documental se ha visto complementado con la realización de una encuesta a una población de 43 empresas, colectivo previamente identificado para la realización de los estudios de caso en los subsectores biofarmacéutico y agroalimentario. En el cuestionario se incluyeron preguntas abiertas y cerradas con variables, según el nivel de medición, nominales –por ejemplo, tipo de empresa-, y de proporción o razón –valoración de las prioridades de las empresas, de la procedencia de las ideas innovadoras, etc-. Las variables seleccionadas quedan agrupadas en variables de identificación y clasificación (indicadores referidos al tipo de empresa, sector de actividad, número de empleados, cifra de negocios, exportaciones, ...) y de innovación (realización de actividades de innovación, fuente de las ideas

innovadoras, participación en proyectos de investigación, fuentes de financiación de las actividades de innovación, etc).

Para el caso del subsector agroalimentario, la investigación incluyó la realización de ocho entrevistas abiertas semiestructuradas a asociaciones (en sus diversas formas jurídicas de federaciones, confederaciones o asociaciones) con el objetivo de encontrar variables explicativas a las estrategias empresariales existentes, en las que la aceptación pública de los productos biotecnológicos es uno de los factores determinantes del comportamiento del tejido industrial, opinión pública condicionada por la actividad de difusión y comunicación de los agentes implicados y por los valores culturales, tradicionales y conservadores, del país.

Las entrevistas, formales e informales, y de carácter abierto con personas (podríamos denominarlos como expertos) con alta implicación en el sector biotecnológico español ha servido para complementar las fuentes anteriormente citadas, en sus distintos aspectos de investigación pública y privada, coordinación y colaboración, sector industrial, legislación y opinión pública, y para corroborar los resultados obtenidos en la investigación.

De estas fuentes de información ya se ha vislumbrado la triangulación metodológica: se ha conjugado, después de la recogida, tratamiento y análisis de los datos de las fuentes secundarias (con una marcada orientación exploratoria y descriptiva), la encuesta y las entrevistas, en dos momentos de tiempo, semiestructuradas y abiertas, individuales y grupales.

La realización de la encuesta pretendía identificar el colectivo industrial biotecnológico en dos subsectores de gran incidencia en la vida socioeconómica nacional, biofarmacia y agroalimentación, y encontrar los factores explicativos de sus comportamientos. El cuestionario, que se presenta en el Apéndice I, fue dirigido a los directores de I+D de las empresas o, en su defecto, a los directores generales de las mismas, y fue estructurado en dos bloques de información: datos generales de la empresa y actividad innovadora y de I+D. El cuestionario, elaborado para la presente investigación, está basado en el utilizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) para la realización de la “encuesta de innovación”, así como en las adaptaciones realizadas del mismo en

los estudios llevados a cabo sobre políticas de ciencia y tecnología por el Grupo Ciencia, Tecnología y Sociedad, de la Unidad de Políticas Comparadas del CSIC.

La inexistencia de un directorio actualizado del colectivo industrial nacional implicado en biotecnología (a pesar de contar con la valiosa contribución del directorio “Spanish research groups & enterprises working in Biotechnology 1997”) impide referirse al tamaño de la población a fecha 1999, hecho que dificulta, en gran medida, el cálculo del error muestral de la investigación para un determinado nivel de confianza. A pesar de ello y teniendo como referencia la fuente antes citada, el tamaño de la población se estableció en 146 empresas. El muestreo, considerando las contestaciones como muestra autoseleccionada, puede describirse como aleatorio simple. La aplicación de los cuestionarios se llevó a cabo mediante el sistema de “encuesta postal autocumplimentada”, enviándose a la población antes descrita el 5 de febrero de 2000. Debido a las características de la población y a su propia dimensión se realizó un seguimiento personalizado.

La explotación estadística ha permitido el análisis descriptivo y explicativo de la participación de las empresas en las actividades de innovación.

Después de la encuesta se realizaron entrevistas semiestructuradas a asociaciones empresariales en el sector agroalimentario, en el que se detectaron diferencias significativas en los factores (económicos, empresariales y externos) condicionantes de la innovación, con el fin de indagar en las características diferenciales y profundizar en la respuesta a las variables explicativas diseñadas en el cuestionario, además de obtener una visión de conjunto sobre la percepción de la opinión pública y su incidencia en el desarrollo del sector a nivel nacional. Las entrevistas se realizaron telefónicamente del 5 al 9 de junio de 2000. La relación de asociaciones entrevistadas y las personas de contacto figuran en el Apéndice II, y el guión de la entrevista en el Apéndice III.

Por último, las entrevistas abiertas individuales, con un claro propósito explicativo, pretenden validar todos los resultados obtenidos con anterioridad con el objetivo de proporcionar un marco general que proporcione una aproximación real al sistema de innovación en biotecnología. Las conclusiones a las que llega el presente trabajo están cimentadas en la experiencia, sabiduría y conocimiento de los “expertos” entrevistados.

Se llevaron a cabo en septiembre de 2001. La relación de personas entrevistadas aparece en el Apéndice IV.

1.6. Estructura de la tesis

La tesis está estructurada en seis capítulos, que corresponden con bloques de información diferenciados.

El primero de ellos, el presente que lleva por título “Organización de la investigación”, recoge el planteamiento del problema de investigación, el diseño de la misma, la relevancia del estudio, la formulación de hipótesis y los resultados obtenidos. Resulta imprescindible para comprender el objeto de la investigación, con los objetivos generales y específicos, y la metodología empleada para su consecución.

En el capítulo segundo se aborda el marco teórico, marco que conlleva un repaso de la teoría económica del desarrollo, aludiendo a la teoría clásica, neoclásica, al “schumpeterismo”, al pensamiento keynesiano, ..., para acabar posicionando la investigación bajo el nuevo paradigma de “sistema nacional de innovación”. La definición de los conceptos que forman parte del propio sistema y de los elementos que lo componen, así como los límites conceptuales y las actividades y relaciones entre los elementos de un SNI, forman parte de este capítulo.

El capítulo tercero, y parte fundamental de la investigación, analiza el sector biotecnológico en España, mediante la aproximación de sistema nacional de innovación. En él se trata la participación de cada uno de los elementos y actores implicados en el proceso de innovación (a excepción del sector empresarial, analizado en los capítulos cuarto y quinto, que recogen los estudios de caso de los subsectores biofarmacéutico y agroalimentario), como las acciones de la administración central, la caracterización de la ciencia base, la protección de la investigación y la legislación existente en España sobre biotecnología.

El concurso de la sociedad en el sistema de innovación, como demandante de nuevos avances tecnológicos dentro del sistema económico, se aborda desde los procesos de aceptación pública de la biotecnología.

En el capítulo cuarto se realiza un análisis detallado del estudio de caso del subsector biofarmacéutico, donde además de la estructura industrial, y las capacidades innovadoras empresariales –de aprendizaje, comunicación, etc-, la ciencia base y la estructura y fuerza del mercado quedan patentes.

La indagación en este subsector permite identificar y profundizar en los problemas emergentes y en la controversia producida en torno a los xenotransplantes, realizando una aproximación a las actitudes sociales y a la opinión pública, al debate científico y a los aspectos industriales.

El capítulo quinto, de estructuración similar al anterior, tiene como estudio de caso al subsector agroalimentario, analizando los mismos elementos que en el caso biofarmacéutico. La controversia planea sobre los organismos genéticamente modificados -OMGs- (incluidos los transgénicos).

El sexto y último capítulo ofrece, en forma de resumen y conclusiones, una visión general sobre la existencia del “sistema nacional de innovación en biotecnología”, y una crítica de los indicadores utilizados para medir el estado del sistema español de ciencia y tecnología. Se contempla, además, un pequeño repaso a la encuesta de innovación.

Capítulo 2. Marco teórico

La aproximación de Sistemas Nacionales de Innovación (SNI) se centra en los factores específicos del país que influyen en el proceso de cambio tecnológico. Esta aproximación no es considerada como una teoría formal y establecida, pero sí como un “marco conceptual” para el análisis de las capacidades innovadoras existentes en una sociedad. La importancia de un estudio sobre el sistema nacional de innovación radica en la posibilidad que ofrece para acercarse a las capacidades que contribuyen a los procesos competitivos de las empresas, y, por consiguiente, al desarrollo económico de un país. Utilizando la literatura en la dinámica microeconómica de innovación (Freeman y Soete 1997), la aproximación de SNI asume que las capacidades innovadoras de una empresa dependen de su habilidad para comunicarse e interactuar con diversas fuentes externas de conocimiento (por ejemplo las empresas competidoras, los proveedores, los usuarios, los institutos científicos, otras instituciones de apoyo, etc) así como en la habilidad de coordinar una variedad de fuentes interdependientes de conocimiento dentro de la propia empresa (por ejemplo departamentos de Investigación y Desarrollo, de producción, comercial/ventas). Sobre esta base, la aproximación de Sistema Nacional de Innovación combina una visión institucionalista y sistémica de la innovación. Las instituciones y sus mecanismos de interacción se consideran como las fuentes fundamentales de innovación, y por ello y en el aspecto económico, contribuyen al éxito de las empresas.

La innovación, ya en los análisis del desarrollo económico –sobre todo en el sistema capitalista-, aparece como un elemento fundamental que produce efectos macroeconómicos en sus distintos ámbitos, técnicos, sociales, etc. Porque son los empresarios capitalistas los que deben innovar al ritmo que exige la competencia existente en los mercados en los que operan, dotándole de competitividad y de posibilidades de éxito. La ausencia de innovación provocará, por el contrario, pérdida de cuota de mercado y, por extensión, su eliminación del mismo.

La creciente toma de conciencia de las innovaciones en nuevas tecnologías como elemento decisivo de competitividad internacional y de integración en la Unión Europea hace de especial relevancia las aproximaciones a su desarrollo, evolución y potencial.

No obstante, y antes de entrar a analizar detalladamente el nuevo concepto de los sistemas nacionales de innovación, tal y como en la actualidad son percibidos, es obligado hacer un recorrido por las teorías contemporáneas de desarrollo económico (basado en los textos de P. Bustelo) que han considerado a la innovación, o al desarrollo tecnológico, como motor de las economías modernas. Además, la referencia al significado de “sistema”, “teoría general de los sistemas” (de Ludwing von Bertalanffy), también aporta cierto conocimiento sobre la configuración de los sistemas, y su relación con la innovación.

2.1. Teoría económica del desarrollo

Esta teoría emerge con el objetivo de establecer las causas, mecanismos y consecuencias del crecimiento económico a largo plazo, con especial consideración hacia los países cuya renta per cápita es más baja. De esta forma la economía del desarrollo trata de identificar los problemas de los países no desarrollados y de aquellas políticas y estrategias que pueden incidir de forma positiva en su progreso. Tratada como subdisciplina, su objeto de estudio es específico, los países subdesarrollados, considerando que las diferencias entre los países pobres y ricos son de estructura, esto es, de la proporción de población urbana, del peso de la industria en el PIB, la tasa de inversión, el peso de las manufacturas en las exportaciones. Otros factores que influyen en el desarrollo son el propio crecimiento económico –tasa de incremento anual medio del PIB por habitante-, y el nivel y calidad de vida –esperanza de vida al nacer, tasa de mortalidad infantil, suministro diario de calorías por habitante, tasa de analfabetismo de adultos, tasa combinada de matriculación en la enseñanza primaria, secundaria y terciaria-.

La utilización de un enfoque teórico y analítico distinto de la doctrina general debido a la estructura diferencial que presentan los países desarrollados de los países en vías de desarrollo conlleva al estructuralismo, cuyo planteamiento parte de una economía inflexible en los países pobres. Taylor (1983 y ed., 1993) es uno de los autores más importantes que defienden el estructuralismo.

Las instituciones, lentas y disfuncionales, y los aspectos económicos, con un funcionamiento defectuoso de los mecanismos del mercado, son los que marcan las

diferencias en el desarrollo económico, progreso que en el caso de los países subdesarrollados no corresponde con el esperado. Es en este caso en el que la intervención del Estado se hace precisa.

Sin embargo, la pretensión de la creación de una teoría económica del desarrollo, de carácter general, encuentra en las diferencias existentes en las deficiencias estructurales entre los países subdesarrollados, del Tercer Mundo, un condicionante definitivo. Las políticas económicas no pueden generalizarse a todos los Estados y por ello deben adecuarse a las condiciones específicas de cada uno.

El desarrollo económico del Tercer Mundo ha sido desigual y ha fracasado en lo que se refiere a la distribución de la renta, al crecimiento del empleo y al aumento de la pobreza.

2.1.1. Economía clásica

La economía clásica, origen de la teoría económica del desarrollo, tiene en el crecimiento económico a largo plazo su campo de estudio y actuación, crecimiento basado fundamentalmente en la acumulación de capital. Corriente de indudable protagonismo en los siglos XVIII y XIX tiene a Adam Smith, Malthus y Ricardo como principales autores, elaborando una teoría dinámica del crecimiento cuyo análisis es abordado desde la oferta.

El primer autor parte de la consecución de una ampliación del mercado, proporcionada por el crecimiento demográfico y la demanda de la agricultura, que fomenta la división y especialización del trabajo, con el consiguiente aumento de productividad e incremento de la inversión. El producto final es la acumulación de capital. De este dependen la ampliación del mercado, la división del trabajo y el aumento de los salarios, en definitiva, el aumento de la renta nacional y de la oferta de mano de obra.

La acumulación de capital provoca una disminución de las oportunidades de inversión y un aumento de la competencia, por lo que se detendrá y se alcanzará el llamado estado estacionario, condicionado a la sobreacumulación de capital y a los rendimientos decrecientes de la tierra. El crecimiento autosostenido dependerá, entonces, de la

intervención del Estado, limitada a justicia, defensa, orden público y obras públicas y de las limitaciones del suelo y del clima, principalmente.

Malthus, por su parte, considera como factores de crecimiento la formación de capital, la calidad de la tierra y las invenciones que suponen un ahorro de trabajo, todos ellos correspondientes a la oferta, aunque concede gran importancia a la demanda.

David Ricardo defiende la misma tesis que Smith, pero atribuye a la distribución un papel más importante en el proceso de acumulación. El crecimiento, con el aumento de la demanda de trabajo y salarios, los posteriores aumentos de los precios de los alimentos que conllevan un aumento de la renta de la tierra y una redistribución de la renta en favor de los terratenientes, concluye en el mismo estado estacionario de Smith, condicionado, a su vez, por la aplicación de las innovaciones técnicas en la agricultura y la industria, por la evolución de crecimiento sostenido, aunque positivo, de la población y por la libre importación de alimentos.

A este respecto, los economistas clásicos apostaban por el libre comercio, pero consideraban el monopolio de este comercio y el mercantilismo como una práctica negativa, tanto para las colonias como para las metrópolis. En la relación de las metrópolis con las colonias los clásicos consideran positivo para las primeras la existencia de las segundas, consideradas por Ricardo como fuente de materias primas y productos alimenticios a bajo coste, por Smith como mercados para las exportaciones de manufacturas y por Malthus como una salida al excedente de población, a través de la emigración.

En esta relación de intercambio las colonias tenían encomendada la función de proveer alimentos a bajo precio, ampliar el mercado, el grado de división del trabajo y el nivel de productividad. El impacto colonial se preveía especialmente positivo para las áreas atrasadas, contribuyendo al desarrollo económico de las metrópolis.

Marx pertenece a este pensamiento clásico, pero presenta ciertas diferencias que merece la pena destacar. Convierte la relación salarial en relación de explotación e intenta tipificar las leyes del movimiento de la economía capitalista, cuyos elementos básicos son la relación salarial, la relación mercantil y un tipo de organización del trabajo.

La acumulación de capital es el objetivo de los capitalistas y conduce a la competencia entre ellos, provocando la concentración y centralización de capital, el crecimiento anárquico entre sectores con períodos de sobreproducción, la tendencia a la baja de la tasa de ganancia y la tendencia al subconsumo. La acumulación de capital procede, a su juicio, de la crisis de rentabilidad –como consecuencia del crecimiento de los salarios por el pleno empleo- y de la crisis de sobreproducción –derivado de la intervención en el crecimiento de los salarios para conseguir un nivel de beneficios determinado-, que generan métodos de ahorro de trabajo.

En lo que se refiere al colonialismo, Marx, en una primera etapa, lo entendía y defendía, aunque criticaba la opresión colonial y su justificación, considerándolo un elemento importante para la implantación del capitalismo en Europa y para lograr el desarrollo de las sociedades precapitalistas en fase de estancamiento en las áreas atrasadas. Llegó a justificar el libre comercio como forma de alcanzar el progreso general.

En una segunda etapa modificó sustancialmente su posición considerando el colonialismo como un obstáculo para la industrialización de las áreas atrasadas, tomando una actitud partidaria de la independencia de las colonias. Las mayores objeciones de la introducción del capitalismo en las colonias estaban centradas en la especialización forzada de éstas en el sector primario.

El pensamiento de Marx y sus obras, entre las que se encuentran como más desatacadas “El capital” y el “Manifiesto comunista “, supuso un paso adelante en la teoría económica clásica, incorporando la preocupación de la economía por las áreas atrasadas.

El concepto de innovación lo introduce en relación a la presión de competencia, que impone las leyes de funcionamiento del capitalismo a cada capitalista individual. La competencia induce a los capitalistas a innovar, a reducir costes, que les permitirán aumentar la escala de producción. Aquellos que no respondan a estos nuevos parámetros de competitividad tenderán a desaparecer, serán eliminados.

2.1.2. Economía neoclásica

Basada en la búsqueda de la teoría del consumidor, parte de la premisa del estudio del comportamiento social como suma de las acciones individuales, donde el consumidor experimenta un comportamiento racional, aumentando su demanda hasta que la utilidad marginal queda anulada. Los precios de equilibrio, que garantizan una asignación óptima de los recursos, se alcanzan a través de la oferta y la demanda, siempre en condiciones de competencia. El equilibrio espontáneo entre oferta y demanda en los distintos mercados resulta fundamental en la explicación de esta teoría, donde la variable tiempo desaparece del análisis económico.

En esta aproximación el desarrollo se entiende de forma gradual –influido por la teoría darwinista de la evolución social-, continuo –ya que la innovación y la difusión técnica aparecen de forma sólida y consolidadas-, armónico –beneficia a todos los perceptores de renta- y acumulativo –el desarrollo se extiende entre los sectores. Es la economía de mercado la encargada de conseguir el pleno empleo y el aumento, sostenido, de los salarios.

La acumulación de capital, en este caso, no está limitada por la existencia de mano de obra disponible o por la inversión, por lo que no entienden el estado estacionario como estado futuro, y sí por los rendimientos decrecientes del capital (la caída de la productividad marginal debe considerarse gradual y a largo plazo).

Preocupados por el comportamiento racional del consumidor, se centran en los aspectos de circulación –asignación, intercambio y distribución- y no en los de producción, pasando al estudio de los problemas de equilibrio y no de crecimiento.

El pensamiento neoclásico en economía gozó del período de hegemonía desde finales del siglo XIX hasta el primer cuarto del XX, elaborada en tres grandes escuelas: la de Lausana (Walras, Pareto), la inglesa (Marshall, Jevons, ...) y la austríaca (Menger, Von Wieser, Böhm-Bawerk ...) -según consta en Bustelo, P.(1998). La más importante e influyente fue la inglesa y entre ambas existían pequeñas diferencias que enriquecían la teoría general. Sin embargo, existía pleno consenso en los aspectos principales de la corriente, antes descritos.

En lo que se refiere a las diferencias, hubo cierta división del trabajo entre ambas: la escuela de Lausana desarrolló la teoría del equilibrio general y la Economía del bienestar; la escuela inglesa basa la teoría subjetiva del valor y de las teorías del consumidor y del productor en el análisis marginalista; la escuela austríaca desarrolló los fundamentos filosóficos del subjetivismo e hizo hincapié en la necesidad del libre mercado.

2.1.3. Entre la teoría clásica y el neoclasicismo: Schumpeter

La aportación más importante de este autor es su obra “Teoría del desarrollo económico” (1911) en la que distingue entre crecimiento, entendido como un proceso de expansión gradual de la producción mediante productos y técnicas constantes, y desarrollo económico, emprendido por firmas innovadoras con nuevas combinaciones de los factores productivos existentes y no como producto de la acumulación progresiva de capital e inversión. El desarrollo se produce de forma discontinua entre períodos de prosperidad y recesión, que se van intercalando entre sí. Los períodos de recesión son provocados por el incremento de precios, con la consiguiente caída de la inversión, pérdidas de la competencia y acumulación de deudas. La innovación, la empresa y el crédito son los elementos fundamentales del proceso de desarrollo económico, aunque son los empresarios y las empresas los que constituyen el elemento crucial.

El empresario innovador goza de un protagonismo total y absoluto en la obra de Schumpeter, identificados como personajes dotados de talento organizativo y creador y emprendedores. Son empresarios “todos los que realicen de hecho la función por la cual definimos el concepto, aun si son dependientes o empleados” (Schumpeter, 1911). Las invenciones, producidas de forma continua, se convierten en innovaciones empresariales, que requieren, a su vez, la movilización de los recursos existentes, convirtiendo el ahorro en inversión. En este estado los bancos son los encargados de supervisar el proceso.

Las innovaciones se incorporan a la vida cotidiana en oleadas debido a la resistencia al cambio del sistema, innovaciones que comportan un alto grado de incertidumbre y de riesgo. Las ideas son acumuladas a la espera de empresarios innovadores, que son los

encargados de incorporar estas nuevas ideas. El comportamiento de los empresarios está condicionado por el deseo de fundar sus “reinos privados” (grandes dinastías), “la voluntad de conquista” (respecto a la competencia) y el “gozo creador”, además, evidentemente, del objetivo, lícito, de acumulación de capital y de aumento del consumo.

Considera al sistema capitalista como dinámico, en evolución constante debido a los cambios discontinuos, cualitativos, provocados por las innovaciones (que surgen en la esfera de la producción y no en la del consumo), que rompen con el estado estacionario, de la corriente circular. Según sus propias palabras “Estas alteraciones espontáneas y discontinuas de los cauces de la corriente circular, y estas perturbaciones del centro de equilibrio, aparecen en la esfera de la vida industrial y comercial y no en la esfera de las necesidades de los consumidores de productos acabados, ..., por lo general, es el productor quien inicia el cambio” (Schumpeter, 1911).

El motor de las transformaciones es la innovación, elemento interno de la lógica económica capitalista. La aparición de innovaciones transforma la lógica abstracta de proceso circular, donde el tipo de interés tiene una acepción positiva porque la disposición de crédito supone la posibilidad de financiar una innovación y, así, obtener beneficios.

Acuña el término de “destrucción creadora” para explicar el proceso de mutación que revoluciona la estructura económica desde dentro, destruyendo lo antiguo y creando de forma continua elementos nuevos.

En la relación que establece entre capitalismo y socialismo entiende que el primero provoca reacciones y contradicciones de carácter social y político que conllevan inevitablemente al segundo. En la obra “Capitalismo, socialismo y democracia” (1942) recoge todo su pensamiento sobre la transición del capitalismo al socialismo, provocado por la obsolescencia de la función empresarial, la destrucción del aparato institucional y la desaparición de los estratos políticos protectores.

2.1.4. El pensamiento keynesiano

Sobre la idea de la necesidad de una política económica y la intervención del Estado para alcanzar el pleno empleo, John Keynes rompe con la aproximación de la autoregulación de la economía de mercado, del equilibrio de la economía por el libre funcionamiento del mercado –afirma que la inflexibilidad a la baja de los salarios impide el ajuste automático de la economía–, para la consecución del mismo. La gestión macroeconómica es la encargada de conseguir una economía que explote su mayor potencial, pero combinada con el liberalismo microeconómico –existen mercados que funcionan con gran elasticidad de la oferta–.

La tarea del Estado con la política económica, intervención estatal microeconómica, era la de romper los cuellos de botella existentes en el sistema, crear incentivos o incluso empresas públicas. Pero esta gestión sólo era contemplada desde el lado de la demanda, sin tener en cuenta las consecuencias positivas que para la economía podía tener la intervención con políticas activas desde la oferta, consiguiendo mitigar las diversas rigideces estructurales.

En su obra prima, “Teoría general” (1936), se vislumbra su preocupación por la economía estática a corto plazo, en la que el problema económico principal es la infrautilización de los recursos (desempleo y subempleo de capital físico y humano). Acepta que las circunstancias alteran tanto los casos como las teorías económicas, negando la existencia de un único análisis económico capaz de estudiar cualquier situación real.

La tasa de acumulación tenía en las decisiones de inversión influidas por empresarios dinámicos y arriesgados los factores determinantes de esta acumulación y la protección comercial emergía como un instrumento más para lograr el pleno empleo.

Mostró gran interés por la contabilidad nacional, por la recogida de estadísticas agregadas, y propuso la creación de una agencia internacional de estabilización de los precios de los productos primarios. No estuvo nunca excesivamente preocupado por los

países en vías de desarrollo, donde mantenía que dichas economías no funcionaban por la ineficiencia de sus economistas.

2.1.5. Las teorías económicas ortodoxas del desarrollo. La segunda mitad del XX

La teoría económica del desarrollo se configura formalmente en los años cuarenta como consecuencia de la pérdida de fuerza del pensamiento neoclásico, basado en el equilibrio de la economía como resultado del libre mercado, y de las consecuencias de la Segunda Guerra Mundial, experimentando una mayor preocupación por los problemas del atraso en las sociedades pobres y los consiguientes problemas de equilibrio. La preocupación se centraba en la obtención de medidas políticas para solventar la situación de subdesarrollo.

El rechazo a un sólo enfoque económico capaz de analizar y estudiar cualquier situación real, entre las que se encontraban las de los países subdesarrollados con problemas específicos y con una estructura productiva más rígida y menos flexible –con una oferta de bienes y servicios inelástica-, provoca el desarrollo de esta aproximación.

De forma general, los diversos autores de los años cincuenta, considerados como los pioneros -Rosenstein-Rodan (1943), Nurkse (1952), Lewis (1954), Leibenstein (1957), etc.- (en Bustelos, P., 1998), concluían que el libre funcionamiento de las fuerzas del mercado no conllevaban el desarrollo esperado en los países pobres y que, por ello, debería imponerse una transformación estructural basada en la intervención del Estado y en el aumento de la tasa de ahorro interior y de la entrada de capital extranjero. Los términos de crecimiento y desarrollo eran tratados de forma idéntica y radicaban en el incremento de la renta nacional y del PIB. Los medios para alcanzar el incremento de la renta per cápita eran el fomento de la acumulación de capital, la industrialización, la protección del mercado interior y la intervención del Estado.

Para aumentar la tasa de inversión se proponía el fomento del ahorro, interno y externo, y el aumento de la dimensión del mercado mediante el progreso técnico, el incremento de la renta per cápita y del grado de división del trabajo.

La industrialización era percibida como la única estrategia capaz de solventar el subdesarrollo del Tercer Mundo, bien a través del crecimiento proporcionado o diversificado –distribución equitativa de la inversión entre los distintos sectores de la industria de bienes de consumo- o desproporcionado –concentración de la inversión en determinados sectores que son capaces de arrastrar y fomentar el crecimiento de otros-. No obstante, esta industrialización debería practicarse, para evitar los distintos obstáculos estructurales internos, con la intervención del Estado.

La protección, como medida de política económica resultante del pesimismo exportador, era defendida por encontrar en el comercio internacional un mecanismo de propagación y perpetuación de la desigualdad internacional. La intervención del Estado pretendía convertirse en mecanismo capaz de eliminar los obstáculos existentes y favorecer las condiciones necesarias para el crecimiento económico. La desconfianza en el libre funcionamiento de las fuerzas del mercado exigía la presencia de políticas económicas, capaces de distribuir la inversión, ya sea de forma proporcional entre los sectores o de concentración en los de mayor arrastre.

2.1.6. El neoclasicismo. Una nueva revolución

A partir de los años ochenta emerge de nuevo el pensamiento neoclásico, que critica la intervención del estado y las estrategias de industrialización, proclamando la reducción del peso del Estado y la apertura del comercio, esto es, la liberalización interna y externa respectivamente.

La liberalización interna supone acabar con la intervención estatal, costosa, ineficaz y contraproducente, y reducir las distorsiones exógenas de los precios, introduciendo mayor competencia en el funcionamiento interno de la economía. La liberalización externa, por su parte, pretende reducir la protección del mercado interior e incentivar las exportaciones, potenciando la eficiencia y la competitividad. El objeto último es hacer crecer la economía, y su posterior desarrollo, con una estrategia de orientación exportadora.

De la mano de Balassa, Bhagwati (1984), Krueger (1985), Lal o Little (1982) la contrarrevolución neoclásica, siguiendo a Bustelos, insiste en la eficacia del mercado

como mecanismo de asignación de recursos, a pesar de reconocer la existencia de disfunciones, por lo que proclaman la soberanía de un mercado imperfecto sobre un Estado imperfecto (las imperfecciones del mercado son menores que las introducidas por el Estado). La intervención del Estado genera desviaciones de los precios respecto de los niveles de mercado, supone un derroche de los recursos por el alto coste del sector público, corrupción generalizada de los funcionarios y otra serie de inconvenientes que desaconsejan esta intervención. Así mismo, recalcan las ventajas de participar en el comercio mundial mediante un régimen comercial liberal y un sistema de incentivos neutral. La reducción de aranceles y la supresión de barreras no arancelarias debe provocar paridad en el tipo de cambio efectivo para las importaciones y las exportaciones. Lo que se pretende es un régimen neutral de comercio exterior, la liberalización externa.

El crecimiento óptimo será posible reduciendo las imperfecciones del Estado y mejorando la eficacia en la asignación estática de los recursos.

2.1.7. Innovación y cambio tecnológico

Las aproximaciones al cambio técnico suelen realizarse atendiendo a la evolución de los productos, o de los procesos, como una globalidad, tal y como se perciben cuando son objeto de transacción. Sin embargo, cuando los análisis se focalizan en estudios concretos y/o de las dinámicas se acude a la consideración de los cambios técnicos como sistemas físicos, entendidos como conjunto de elementos –subsistemas- que se interrelacionan e interactúan entre sí. Estas interrelaciones e interdependencias entre los elementos del sistema generan la necesidad de desarrollos tecnológicos complementarios, que son los que facilitan la propia viabilidad del sistema –técnica y económica-. Las diversas tecnologías sufren una evolución heterogénea que en mayor o menor grado –de forma diferenciada- afectan al resto de elementos que componen el sistema, lo que produce ciertos desequilibrios y cuellos de botella.

El éxito de una innovación y de su difusión radica, con frecuencia, en esos desarrollos complementarios (tecnológicos) que tienen gran implicación en los procesos de cambio técnico y en la formulación y desarrollo de políticas.

La combinación de ambos factores, interdependencias y desequilibrios, se convierte en mecanismo inductor que permite centrar la atención –la investigación y la innovación– en determinados problemas.

El cambio técnico, referido al conjunto de acciones que comprende la invención, la innovación, la transferencia, la difusión y los efectos e impactos de las tecnologías y/o las técnicas, es, en la mayoría de los casos, sinónimo de innovación tecnológica/técnica. Según Freeman (1974) “La esencia de una innovación puede ser descrita como la coincidencia entre una nueva posibilidad técnica y una oportunidad de mercado”, esto es, el proceso capaz de adaptar una nueva posibilidad técnica –tecnológica– a la demanda del mercado.

En este proceso de innovación, la invención, como primera producción de conocimiento derivado o no de las ciencias, puede convertirse en el origen de la misma, pero no necesariamente; la transferencia de tecnología, transmisión y asimilación de conocimientos, es una de las alternativas en la generación de innovaciones tecnológicas. La invención debe considerarse básicamente como la producción de nueva información, de ideas o diseños caracterizados por la novedad, que no producción de nuevos productos o procesos.

La realización de estas invenciones se produce dentro de un contexto económico, que puede determinar el devenir de las mismas. En este sentido Schmookler (1962) consideraba que el progreso tecnológico –invenciones– era dependiente de los fenómenos económicos, lo que implica una limitada autonomía del desarrollo científico y tecnológico, “... el progreso tecnológico no es una causa independiente del cambio socio-económico”. Rosenberg (1976), por su parte, criticaba esta aproximación, afirmando “Aunque las fuerzas y motivos económicos de modo inevitable han desempeñado un papel principal en conformar la dirección del progreso científico, no han actuado en el vacío, sino dentro de los cambiantes límites y restricciones de un cuerpo de conocimientos científicos que crece a ritmos desiguales entre las subdisciplinas que lo componen...”, “... Muchas categorías importantes de necesidades humanas han quedado durante mucho tiempo insatisfechas o muy mal provistas a pesar de una demanda bien establecida”.

La distinción entre ciencia y tecnología también debe precisarse. Siguiendo a Billington (1983) la ciencia es un conjunto de conocimientos, interrelacionados, que están fundamentados teóricamente y que tienen capacidad explicativa, buscando principios generales; la tecnología, por su parte, es un conjunto de conocimientos y saberes operativos derivados de la ciencia o de la experimentación sistémica y práctica, orientados a resolver problemas concretos.

Entre ambos factores, ciencia y tecnología, debe operar una multitud de interacciones, ya que en la actividad económica –industrial o no- no es posible encontrar impacto alguno de la ciencia sin un componente técnico o de tecnología. La ciencia, como conjunto de conocimientos, encuentra, entonces, graves problemas de transferencia hacia la vida social y económica. Rosenberg (1982) en su análisis de la interrelación entre ciencia y tecnología afirma que los conocimientos científicos sólo constituyen una parte del origen de la moderna tecnología y niega la relación unidireccional de causalidad de la ciencia a la tecnología. En este mismo sentido Freeman (1974) afirma que “el término tecnología relacionada con la ciencia resulta por lo general preferible al de tecnología basada en la ciencia, con su implicación de movimiento de ideas unidireccional y supersimplificada”.

La tecnología consiste, pues, en la elaboración de información, de saber hacer –como elemento clave formado por un conjunto de conocimientos prácticos, adquiridos mediante la práctica-, de aprendizaje –por medio de la práctica (introducción de pequeñas variaciones operacionales en el diseño inicial, aumento del ritmo efectivo del trabajo o la mejora de la organización y de la programación del proceso de producción), mediante el uso o la ingeniería inversa- y de transferencia en los productos o procesos –nuevos o mejorados-. Pavitt (1985) señala que “la tecnología no es información de aplicación general y fácilmente transferible y utilizable; es específica en relación a aplicaciones y se acumula en empresas siguiendo trayectorias que reflejan una lógica tecnológica” de donde se puede concluir la dificultad que entraña, en la mayoría de los casos, la transferencia de tecnología y la importancia de su asimilación (aprendizaje, adaptación, etc) para el desarrollo del saber hacer.

Como bien señalan Kline (1985) y Rosenberg (1986) el cambio tecnológico es un proceso complejo no lineal, “la innovación no es ni suave ni lineal ni, frecuentemente,

de comportamiento regular. Más bien es compleja, variopinta y difícil de medir”, donde existen continuas adaptaciones y discontinuidades (Rosenberg, 1976).

Los autores antes referidos siguen, para explicar el proceso de innovación, su esquema analítico “conectado en cadena”, en el que distinguen las etapas básicas a) percibir el mercado potencial; b) inventar o producir el diseño analítico; c) obtener el diseño detallado y su verificación; d) rediseño y producción; e) distribución y marketing. En dicho modelo existen realimentaciones constantes entre las diversas etapas.

La innovación viene determinada por multitud de factores, entre los que se encuentran la oferta y la demanda, aquellos que determinan el éxito o el fracaso de la innovación, y aquellos que influirán en el nivel, el ritmo y la intensidad de la innovación.

Este modelo se aleja del convencional o lineal, basado en la secuencia unidireccional: invención, desarrollo, producción y marketing.

Retomando el concepto de cambio tecnológico –de productos o de procesos- como innovación tecnológica, éste puede presentarse en distintas formas: como un nuevo producto o proceso que emerge como respuesta a una nueva demanda; como un producto ya existente en el que se modifican sus distintos subsistemas; o como modificación de las prestaciones de los productos o procesos que percibe el usuario.

Así, el cambio técnico puede ser tecnológico o no tecnológico, de producto o de proceso, radical o incremental e incorporado o no incorporado. Sea como fuere y en cualquiera de sus posibilidades el cambio técnico suele comportar un “desplazamiento hacia abajo de la curva de los costes medios totales, correspondientes a las distintas escalas de la producción: es decir, comporta un aumento de las economías de escala, sea a nivel de planta sea a nivel de empresa” (Haldi, Withcomb, 1967).

2.1.8 Teoría Económica de la Innovación Industrial

La innovación, entendida como condición esencial del desarrollo y progreso económico y de la consecución de competitividad empresarial, ha sido objeto de numerosas reflexiones en la búsqueda de una formulación de la teoría económica de la innovación.

Esto es así porque la innovación tecnológica es uno de los fundamentos y factores más importantes –entre los que se encuentran la formación, educación, comunicación, ...- sobre el que se basa el progreso económico y sin la cual dicho progreso experimentaría una evolución de desaceleración y, por último, de detención. Un repaso a esta teoría, en la que uno de sus máximos exponentes es Christopher Freeman, es lo que a continuación se ofrece.

La distinción entre innovación e invención es uno de los primeros preceptos que condiciona esta aproximación. Desde el punto de vista de la economía, la innovación se produce con la primera transacción comercial del nuevo producto o proceso, cuya primera fase corresponde con la invención y la última con la aplicación. Entre ambos sucesos existe un largo y duro camino, que en muchos casos lleva al fracaso de la aplicación, de la innovación. Las innovaciones pueden ser de productos finales, de procesos, de energía y en las materias primas, todas ellas vitales para el progreso económico. Toda innovación comporta un alto grado de incertidumbre, de excesivo riesgo, de alta inversión y de período de rentabilidad a largo plazo.

A esta primera reflexión contribuyeron, de forma decisiva, economistas como Schumpeter, que fijaron claramente la diferencia entre los conceptos de invento -una idea para la consecución de un producto, proceso o sistema nuevo o mejorado- e innovación –definición anterior. Este mismo autor atribuyó un papel destacado dentro del proceso de innovación a los empresarios, como actores implicados directamente en la “transformación” de invento a innovación.

Sin embargo, el pensamiento de Schumpeter se encuentra algo alejado de la teoría económica de la innovación industrial ya que no concede a la difusión de los inventos e innovaciones el protagonismo que le corresponde, como output del trabajo organizado, y considera la fuente de las innovaciones exógena a la economía. Otro de los condicionantes de exclusión es la no formulación y conceptualización de la política científica ligada a la política económica. La política de I+D es uno de los elementos principales de la política científica nacional, de la política aplicada a la ciencia y la tecnología.

El fundamento teórico parte de la importancia que el sistema profesionalizado de I+D y su desarrollo representa en el cambio social y económico, convirtiéndose en uno de los factores más importantes dentro de la industria del siglo XX. La interacción de este sistema con otras industrias del conocimiento y con la producción y comercialización industrial resultan fundamentales para cualquier economía.

Esta “industria de investigación y desarrollo” puede y debe someterse a análisis económico, igual que cualquier otro, cuyo output es el flujo de nueva información –de carácter general como resultado de la investigación básica, o específica de la investigación aplicada-. Las patentes son consideradas más como un output inventivo que como de éxito innovador, ya que la patente puede o no ser explotada, por lo que debería utilizarse conjuntamente con algún otro tipo de medida de la innovación. Además, las patentes plantean otros problemas en su comparación con países, como son las diferencias entre legislaciones nacionales sobre patentes y la propensión a patentar entre diferentes países, industrias e incluso empresas. Además del número de innovaciones también deben considerarse las imitaciones realizadas, debido a que en muchos casos las imitaciones que dan lugar a modificaciones o mejoras de productos o procesos son tan importantes o más que las propias innovaciones. Los inputs y outputs del sistema aparecen en la tabla 2.1, de Freeman, basada en Ames (1961).

La emergencia de laboratorios especializados y de equipos cualificados con plena dedicación a las tareas de investigación y desarrollo constituyen el paso a la profesionalización de la I+D, asociada a tres cambios: al carácter cada vez más científico de la tecnología, a su creciente complejidad y a la generalización de la división del trabajo, que provoca esa aparición de laboratorios de investigación especializados, formando departamentos independientes respecto a la cadena de producción y de la comercialización. Esta actividad profesionalizada no puede considerarse exógena a la economía, operando con independencia de cualquier política y de forma incontrolable. No obstante, los cambios en la división del trabajo y la especialización de la I+D plantean problemas en la coordinación del trabajo y generan, o pueden generar, tensiones dentro de la sociedad y de la empresa entre los inventores – generadores de nuevos conocimientos- y los que tienen que aplicarlos, por la diferencia de “mentalidad” y de “aceptación” de los nuevos procesos o productos, derivados de problemas de comunicación. Estos problemas, unidos a los existentes por la división del

trabajo, provocan un aumento de la sensación de alienamiento respecto de la tecnología moderna, convirtiendo en interrogante la deseabilidad de todo proceso de innovación. En estas ocasiones parece que la tecnología no está al servicio del hombre, sino todo lo contrario.

Tabla 2.1. Inputs y outputs del sistema I +D				
Etapa	Inputs ilustrativos		Outputs ilustrativos	
	De realimentación	Otros inputs	De realimentación	Otros outputs
Investigación básica	Encargos de los empresarios, investigación básica, labor inventiva, trabajo de desarrollo, pegas	Científicos, laboratorios, mano de obra no científica, primeras materias, combustible, energía	Nuevos problemas científicos, resultados del laboratorio	Hipótesis y teorías, fórmulas teóricas de investigación
Labor inventiva e investigación aplicada	Encargos de los empresarios, labor inventiva, trabajo de desarrollo, pegas	Output de investigación básica, científicos, ingenieros, laboratorios, mano de obra no científica, primeras materias, combustible, energía	Nuevos problemas científicos, resultados del laboratorio, éxitos y fracasos inexplicables	Patentes, inventos no patentables (memorias, modelos viables, esquemas), escritos resultado de la investigación
Trabajo de desarrollo experimental	Encargos de los empresarios, trabajo de desarrollo, pegas	Output inventivo, ingenieros, delineantes, otra mano de obra	Nuevos problemas científicos, resultados del laboratorio, éxitos y fracasos inexplicables	Impresos, especificaciones, muestras, plantas piloto, prototipos, patentes, manuales
Construcción de plantas de nuevo tipo	Encargos de los empresarios, pegas	Output de desarrollo, recursos de una empresa de construcción ordinaria	Pegas	Fábrica de nuevo tipo
Las pegas u obstáculos persistentes e irritantes para la terminación de unidades de información contratadas, pueden tener consecuencias inesperadas pero importantes.				
Fuente: Freeman, 1974. La teoría económica de la innovación industrial.				

Así, las tecnologías revolucionan las relaciones existentes entre ciencia y sociedad. En algunos casos se ha llegado a diferenciar entre ciencia y tecnología, entendidos como subsistemas que se han configurado de forma independiente. Este es el caso de Derek Price (1965) que diferencia entre la comunidad científica, preocupada de los descubrimientos y de la publicación de los nuevos conocimientos según los criterios de los colegas científicos que en ningún caso prestan suficiente atención a la aplicación, y los tecnólogos, centrados en la aplicación práctica y el reconocimiento profesional derivado de dicha aplicación, donde las publicaciones ocupan una posición secundaria. A pesar de la diferenciación realizada reconoce las conexiones existentes entre ciencia y tecnología y sus interacciones.

En este mismo sentido, historiadores y economistas como Hessen (1931), Musson y Robinson (1969) y Jewkes (1958) han reafirmado la fuerte interacción existente entre ciencia y tecnología, y los estudios empíricos de Gibbons y Johnston (1973) han demostrado la importancia de la ciencia y la comunicación con la comunidad científica para la innovación técnica contemporánea, de la tecnología relacionada con la ciencia.

Estos cambios técnicos son dirigidos y controlados por mecanismos sociales que dependen de la comprensión del propio proceso de cambio, comprensión dependiente, a su vez, de los aspectos económicos como costes, rendimiento de la inversión, estructura del mercado, etc. Los mecanismos de “acoplo social” se convierten en elementos críticos para la consecución de una innovación exitosa, que ligan los grupos de I+D profesionales con los potenciales usuarios de las innovaciones.

La innovación técnica tiene un alto componente de incertidumbre en contra de las teorías de la empresa, que postulan un alto grado de exactitud en los cálculos de inversiones. Esta incertidumbre está directamente asociada al tipo de proyectos – algunos de los cuales pueden aumentar la incertidumbre-, que provee al proceso de un alto grado de inestabilidad.

A pesar de estas características el nuevo estilo de la innovación supone la aceptación del cambio técnico basado en la ciencia como un hecho cotidiano de la vida de la empresa, caracterizada por la existencia de departamentos profesionales de I+D, el empleo de

científicos cualificados y de ingenieros con formación científica. La aparición de nuevas tecnologías relacionadas con la ciencia ha tenido grandes repercusiones económicas e industriales y “modificó no sólo los procedimientos desarrollísticos, sino además la ingeniería de producción, los métodos de venta, la formación industrial y las técnicas de dirección” (Freeman, 1974).

En esta teoría económica, la innovación no sólo depende de la relación entre la ciencia base y las tecnologías sino que el mercado emerge como fuerza complementaria, siendo la demanda del mercado la que se convierte, en muchas ocasiones, en fuente de origen y crecimiento de las innovaciones. La inmensa mayoría de las innovaciones comporta cierta combinación entre las nuevas posibilidades técnicas y las exigencias del mercado, ambos, mercado y tecnología, en constante cambio.

Tanto las teorías de la innovación basadas en el “empujón de la ciencia” como las basadas en el “tirón de la demanda” desprecian la interacción del mercado y la tecnología.

La relación de la empresa con las exigencias de los clientes puede suponer el descubrimiento de nuevos mercados potenciales para la implementación de las nuevas ideas, por lo que tanto la calidad de los empresarios como las buenas comunicaciones y relaciones son fundamentales para el éxito de las innovaciones técnicas. La capacidad de ligar las posibilidades técnicas y del mercado y de conseguir comunicaciones dentro de la empresa y de ésta con sus clientes son elementos decisivos para el éxito. La elaboración de juicios erróneos acerca del mercado y de la competencia aumenta la posibilidad de fracaso. El empresario debe comprender mejor que sus competidores las exigencias de los usuarios e intentar adecuar la tecnología al mercado. El éxito de una innovación radica en la conquista de un mercado interesante y determinado que permite obtener un beneficio.

En esta relación de las empresas con sus competidores es donde aparece la patente como elemento de negociación, sin tener en cuenta que la patente no impide por sí misma el desarrollo de la competencia.

El proceso de emparejamiento y de interacción entre ciencia, tecnología y mercado es inherente a toda innovación.

Freeman hace referencia a una serie de características de las empresas que han logrado el éxito.

1. Una intensa I+D profesional de la empresa.
2. Realización de investigación básica o estrecha conexión con quienes realizan tal investigación.
3. El uso de patentes para asegurarse protección y poder negociador con los competidores.
4. Tamaño suficientemente grande para financiar enormes gastos en I+D durante largos períodos.
5. Plazos de decisión más cortos que los competidores.
6. Inclínación a asumir grandes riesgos.
7. Rápida e imaginativa identificación de un mercado potencial.
8. Cuidadosa atención al mercado potencial y considerables esfuerzos para captar, educar y ayudar a los usuarios.
9. Esfuerzo empresarial con suficiente eficacia para coordinar la I+D, la producción y la comercialización.
10. Buenas comunicaciones con el mundo exterior, así como con los clientes.

De esta forma la teoría económica de la innovación establece una conexión directa entre la competitividad de las empresas –que significa el éxito en el mercado de las mismas- y el desarrollo profesional de las actividades de I+D.

2.2. Teoría general de los sistemas

Las alusiones referidas al término sistema o a teoría de los sistemas son más que abundantes en la literatura existente, referencias que toman mayor protagonismo por las complejas estructuras sociales de las comunidades avanzadas, estructuras que generan una cantidad ingente de relaciones.

La existencia de complejidades o totalidades, ambos conceptos entendidos como sistemas, en todos los ámbitos de la vida, de la sociedad, del conocimiento, ha generado el desarrollo de una teoría de sistemas. El abordaje de la complejidad desde una perspectiva no reduccionista, considerando los sistemas como entidades influidas e influenciadas por las interacciones, es la máxima de la teoría de los sistemas.

El sistema, definido por Bertalanffy (Teoría General de los Sistemas, 1976) en sus consideraciones matemáticas elementales como un complejo de elementos interactuantes donde la interacción significa relación entre elementos y cambio de comportamiento debido a dicha interacción, debe entenderse como un todo, cuyos cambios en cada uno de los elementos depende de todos los demás. De esta forma el estudio no se queda únicamente en las partes o en sus procesos aislados, sino que se introduce en el análisis de las organizaciones y del orden establecido derivado de la propia interacción entre las partes. El comportamiento de cada una de ellas de forma independiente será diferente del encontrado en sus relaciones con los demás.

La obtención del todo no es la resultante de la suma del comportamiento de las partes aisladas, ya que hay que considerar las relaciones entre los sistemas subordinados y los sistemas superordinados, de tal forma que pueda comprenderse el comportamiento de las partes. Los sistemas están frecuentemente estructurados, convirtiéndose sus miembros en sistemas de un nivel inferior.

Además, toma en consideración que estas interacciones que se producen entre los elementos disminuyen con el tiempo, pasando el sistema de un estado de totalidad a uno de independencia de los elementos.

A principios de la década de los treinta, fecha en la que puede fijarse el inicio de esta teoría, Bertalanffy “abogó por una concepción organísmica en biología que hiciera hincapié en la consideración del organismo como un todo o sistema y viese el objetivo principal de las ciencias biológicas en el descubrimiento de los principios de organización a sus diversos niveles”. Así pues, se convierten en elementos clave la organización y la interacción.

Su aplicabilidad a diversas disciplinas mediante el principio de analogías, tachadas de superficiales por sus detractores y esencial para su propio método, posibilita la comparación entre fenómenos distintos. Las analogías son entendidas como similitudes superficiales entre fenómenos que no se corresponden ni en factores causales ni en las leyes pertinentes. Estas analogías aplicadas a la teoría general de sistemas deben considerarse como leyes formalmente idénticas o isomorfas en diferentes campos. La teoría clásica pretende enunciar principios aplicables a sistemas en general, afirmando que algunas propiedades formales son aplicables a cualquier sistema. La existencia de principios y leyes aplicables a los sistemas, sistemas generalizados con independencia de su naturaleza, conlleva a la explicitación de principios universales aplicables a sistemas en general. El objeto de la teoría general de los sistemas es la formulación de estos principios, con el objetivo último de la unidad de la ciencia.

Debido a la existencia de estas propiedades emergen estructuras similares en distintos campos, existiendo correspondencias entre los principios que afectan al comportamiento de entidades diferentes.

En esta primera etapa de configuración de la teoría de sistemas se consideraron los abiertos, como parte de esa teoría general. Los sistemas abiertos “se mantienen en continua incorporación y eliminación de materia”, definido tal sistema abierto como “un sistema que intercambia materia con el medio circundante, que exhibe importación y exportación, constitución y degradación de sus componentes materiales”.

El aumento de complejidad en el sistema, que supone el tránsito hacia un orden superior –hacia un estado de mayor organización-, sólo es posible en los sistemas abiertos, ya que son estos los que toman energía del medio circundante e intercambian materia con su ambiente. Los principios de los sistemas abiertos seguirán siendo de aplicación en campos más amplios, como la ecología y la economía humana.

El establecimiento de principios aplicables a todo tipo de sistemas requiere el conocimiento de las leyes específicas, cuyas estructuras pueden diferir según los casos. La realidad presentada como un orden jerárquico de entidades organizadas en numerosos niveles pretende la “unificación de la ciencia”.

Todos los estudios sobre sistemas siguen los dos métodos que se proponen:

1. El método empírico-intuitivo, basado sobre los principios de totalidad, suma, centralización, diferenciación, parte conductora, sistemas cerrados y abiertos, finalidad, equifinalidad, crecimiento en el tiempo, crecimiento relativo, competencia. Este es el método con el que se alinea Bertalanffy.

2. La teoría deductiva, donde se cuestiona el “concepto fundamental de máquina” (Ashby, 1962) afirmando que el estado interno del mismo y de sus alrededores son los que definen su estado posterior. Desde esta aproximación se llega al sistema “autoorganizador”, entendido en un doble sentido: a) el tránsito de lo no organizado a lo organizado; b) el tránsito de una mala organización a una buena.

Del concepto de “autoorganización”, desarrollado en la década de los setenta, se llega a un nuevo paradigma, el de la autorreferencia, que se ocupa de los sistemas capaces de referirse a sí mismos y de diferenciar las referencias realizadas a las de su ambiente.

Bertalanffy concibió la Teoría General de Sistemas como hipótesis de trabajo, donde los modelos teóricos tienen una función esencial en la explicación, predicción y control de los fenómenos.

Desde esta última aproximación de la teoría de sistemas es lícita la búsqueda de variables explicativas e indicadores que emergen desde la sociedad del conocimiento – sociedad compleja- como fruto de las interacciones entre los distintos elementos que la componen, y que conforman los sistemas. La identificación de estos elementos y de las relaciones existentes debe ser, pues, uno de los objetivos de la investigación, objetivo supeditado a la consecución de la meta última de la caracterización del propio sistema de ciencia y tecnología nacional, o como más recientemente se denomina sistema de innovación.

2.3. Sistema Nacional de Innovación

El concepto de sistema nacional de innovación, como ya se mencionó en la introducción, ha emergido en los años noventa como marco conceptual más propicio para analizar las capacidades innovadoras de los países. De la mano de Lundvall (1988, 1992), Nelson y Rosenberg (1993) y Edquist (1997) esta aproximación ha sido capaz de entender la participación de cada uno de los actores implicados en el proceso de innovación tecnológica dentro del sistema económico y de las interacciones y relaciones derivadas del mismo.

2.3.1. Los conceptos

Los autores antes citados han marcado las bases conceptuales de la aproximación de Sistema Nacional de Innovación (SNI), definición ampliamente compartida en la que aparecen como condiciones del SNI el aprendizaje, la innovación, el sistema y la nación. Para comprender en su conjunto la “teoría” debe realizarse un análisis del significado de cada término.

Aprendizaje e Innovación

Nelson y Rosenberg (1993) interpretan el término innovación en su sentido más amplio, abarcando todos aquellos procesos por los que las empresas participan en los diseños de producto y en los nuevos procesos industriales derivados de ellos. Esta definición se refiere al proceso de cambio tecnológico que lleva a la introducción y comercialización de nuevos productos y procesos de producción (a la innovación en un sentido estricto), y a su difusión en la economía. Nelson y Rosenberg (1993) observan que la difusión en la definición del SNI resulta vital, ya que la difusión de nuevas tecnologías implica importantes procesos de aprendizaje y que los beneficios económicos que conlleva la innovación raramente son adquiridos por los primeros innovadores.

Con respecto a la definición anterior, Lundvall (1992) puntualiza que la innovación es el resultado de los procesos de aprendizaje, diferenciando el conocimiento que produce beneficios económicos y que es susceptible de acumulación (el conocimiento económicamente útil). En la definición de Lundvall el aprendizaje es visto como un

complejo proceso que incluye además del nuevo conocimiento las nuevas combinaciones del conocimiento ya existente. Como consecuencia, el aprendizaje es fundamentalmente un proceso interactivo y acumulativo. En los procesos de aprendizaje, según Lundvall (1992), existe una gran variedad de fuentes de conocimiento, conocimiento que se lleva a cabo en una variedad de actividades que se producen dentro de una sociedad. A este respecto, el autor distingue tres formas de aprender: “aprendizaje”, en sentido estricto, que se origina en una rutina de actividades asociadas con las funciones de producción, distribución y consumo de las empresas, en la forma de aprender-haciendo (Arrow 1962), aprender-usando (Rosenberg 1982), y aprender-interactuando (Lundvall 1988); “buscando”, a través de las actividades de aprendizaje más formalizadas llevadas a cabo por las empresas en sus departamentos de análisis de mercados y de investigación y desarrollo; y “explorando”, que consiste en las actividades de investigación realizadas por los organismos públicos de investigación, universidades, fundaciones, etc., que no pertenecen al sector privado. Todas estas formas de aprendizaje están incluidas en el concepto de Sistema Nacional de Innovación.

En una primera reflexión sobre las definiciones anteriores ofrecidas por sus autores sobre innovación, podemos afirmar que mientras la primera, asumida por Nelson y Rosenberg (1993), hace referencia, principalmente, al proceso de cambio tecnológico, la definición tomada por Lundvall (1992) es más general y también abarca los procesos de aprendizaje organizacional e institucional. En una sociedad, el aprendizaje no sólo tiene lugar en el sistema de I+D y en el de producción, sino también, por ejemplo, en el de marketing y en el de finanzas (Lundvall 1992). Los grandes procesos de cambio organizacional que ocurren dentro de una empresa no son sólo consecuencia de las innovaciones tecnológicas, o derivadas de éstas como condición necesaria, sino también, como señala Johnson (1992), un proceso más general de cambio institucional ocurre en una sociedad con la dinámica de cambio tecnológico. El cambio tecnológico impone, a menudo, cierta presión para el cambio institucional y, de igual forma, el cambio institucional puede mantener determinados incentivos para el cambio tecnológico. Sin embargo, los problemas de emparejamiento del cambio tecnológico y socio-institucional, sobre todo en un período de radical cambio técnico, pueden entorpecer y dificultar los procesos de innovación (Freeman y Pérez 1988). Estos problemas surgen principalmente por las reticencias derivadas de los elementos

culturales de las instituciones que, por consiguiente, provocan cambios incrementales y lentos en el tiempo (Johnson 1992). Sin embargo, Edquist (1997) resalta que aunque la aproximación de SNI reconoce la importancia de los cambios institucionales y organizacionales, se debe focalizar en las características del cambio tecnológico dentro del panorama institucional establecido.

Sistema

El concepto de sistema aparece derivado de la propia innovación, que incluye importantes formas de aprendizaje interactivo. Lundvall apunta la necesidad de posicionarse dentro de la aproximación de sistemas (Lundvall 1992). Semejante acercamiento, afirma Edquist (1997), es común a todos los autores que trabajan sobre el SNI. En términos generales, la aproximación de sistemas asume que la actuación global de un complejo de elementos no sólo depende de las características individuales de los elementos, sino de cómo estos interactúan entre sí y de su capacidad para influirse mutuamente. Para describir un sistema de innovación no es suficiente especificar sus elementos o las partes que lo constituyen. Edquist (1997) sugiere que el énfasis debe ponerse en las relaciones generalmente no lineales de interdependencia existentes entre los elementos.

Según Lundvall (1992), “un sistema de innovación está constituido por los elementos y las relaciones que influyen en la producción, difusión y uso del nuevo, y económicamente útil, conocimiento.” Los elementos esenciales de un sistema de innovación son, para Lundvall (1992), el conjunto institucional (las instituciones) y la estructura de producción de la economía. Ambos factores, según su argumentación, tienen impacto en el proceso de aprendizaje interactivo de una empresa –a nivel individual-, de un grupo de empresas, y de una nación. Edquist (1997), por su parte, concluye que aunque ambos elementos, las instituciones y la estructura de producción, son considerados por Lundvall como importantes, el enfoque debe centrarse principalmente en el conjunto institucional informal (es decir, en los elementos sociales y culturales de las instituciones), y en la estructura de producción. Por el contrario, Nelson y Rosenberg (1993), afirma Edquist (1997), aprecian como elementos más importantes las instituciones formales (organizaciones) de financiación y apoyo de las actividades de investigación y desarrollo. En su definición, un sistema de innovación

consiste en “el conjunto de instituciones cuyas interacciones determinan la actuación innovadora... de las empresas nacionales”, instituciones consideradas como “actores institucionales” y sus políticas de innovación (Nelson y Rosenberg 1993).

Nación

Como señaló Johnson (1992), los procesos de aprendizaje interactivo necesarios para construir las capacidades innovadoras en una empresa dependen de la comunicación e interacción entre las personas con diferentes habilidades y tipos de conocimiento, en diferentes niveles de agregación: dentro de la empresa, entre las empresas, y fuera del sistema industrial. La comunicación e interacción entre las personas incluyen las relaciones de confianza y las conversaciones que podrían considerarse como más íntimas, relaciones que dependen de la proximidad geográfica, social y cultural (Johnson 1992). Un estado de la nación define los límites, no sólo en términos geográficos, sino también de modelos relativamente homogéneos de valores sociales y culturales que forman el conjunto institucional de un sistema de innovación (Lundvall, 1992).

Estos límites, según la posición de la mayoría de los autores, incluyen, además de una dimensión cultural, una dimensión política que influye en el cambio tecnológico (Lundvall 1992; Edquist 1997). La selección de límites nacionales se convierte entonces no sólo en una cuestión de delimitación geográfica y cultural/ideológica, sino también refleja el papel específico del estado y su poder. Johnson (1992) identifica varias dimensiones importantes respecto al cambio técnico de las diferencias institucionales entre naciones: (i) diferencias en las culturas nacionales que quedan reflejadas en los diferentes conjuntos de reglas, muchas de las cuales son de aplicación a las actividades económicas; (ii) diferencias en los distintos fundamentos ideológicos nacionales en la aceptación social de cambio, y en particular de cambio técnico; (iii) diferencias en la posición del gobierno nacional en una variedad de aspectos relacionados con las funciones del sector público como productor, regulador y usuario de innovación. Debido a la diferencia en las políticas públicas, existen grandes diferencias entre naciones en una variedad de factores de un SNI, como las normas, las regulaciones, las infraestructuras de comunicación, el sistema formal de educación, los derechos de propiedad, el nivel de demanda agregado, etc. (Johnson 1992). Como señaló Edquist

(1997) una razón importante para estudiar los sistemas nacionales de innovación es que “muchas políticas públicas que influyen en el sistema de innovación o en la economía se diseñan todavía en conjunto y se llevan a cabo a nivel nacional”.

De igual forma, la mayoría de los autores también reconocen y manifiestan unánimemente la importancia que tiene para el cambio tecnológico las diferencias entre naciones en el conjunto institucional, con especial énfasis en las políticas públicas, concluye Edquist (1997). Sin embargo, Lundvall (1992) defiende que “el enfoque sobre los sistemas nacionales refleja el hecho de que las economías nacionales difieren con respecto a la estructura de producción... (así como)... con respecto al conjunto institucional general” (Lundvall 1992). En una definición general más amplia, puede concluirse, según Johnson (1992), que un “sistema nacional de innovación significa simplemente todas las interrelaciones, de los factores institucionales y estructurales, de una nación, que generan, eligen y difunden la innovación”.

Los autores de la aproximación de los Sistemas Nacionales de Innovación también han resaltado los límites de una delimitación geográfica de sistemas de innovación basados en los estados nacionales. Nelson y Rosenberg (1993) sugieren que uno de los principales problemas en los estudios empíricos de los SNI es investigar si el concepto realizado de sistema “nacional” de innovación tiene sentido hoy. Ellos defienden, en particular, que el alcance geográfico de la influencia en las actividades de I+D por instituciones de financiación puede diferir entre sectores. Además, para algunos sectores las instituciones de financiación pueden actuar supranacionalmente. Lundvall (1992), refiriéndose a una noción más general de las instituciones, observa dos limitaciones principales en el concepto de sistema “nacional” de innovación: primero, una nación puede no estar caracterizada por la homogeneidad cultural y social que la aproximación de SNI asume; segundo, en el caso de los estados “multinacionales” o “federales” podría resultar difícil localizar las fronteras de un sistema “nacional” de innovación. (Lundvall 1992).

La unanimidad de pensamiento de la mayoría de los autores también se manifiesta en la afirmación de que los fenómenos de globalización y regionalización afectan a la definición y relevancia de los límites nacionales de los llamados sistemas de innovación (Lundvall 1992; Edquist 1997). La regionalización implica, por un lado, que los límites

nacionales pueden ser demasiado amplios como unidad de análisis: la emergencia de redes entre empresas y otras instituciones localizadas en áreas geográficamente delimitadas de una nación, revela la importancia de sistemas regionales de innovación. Por otro lado, los límites nacionales pueden resultar demasiado cortos como unidad de análisis: el proceso de globalización puede desdibujar los límites nacionales, y los factores institucionales que influyen en las actividades innovadoras pueden operar independientemente de su localización específica. Al mismo tiempo, procesos de integración económica (la Unión Europea es un claro ejemplo) pueden conllevar sistemas supra-nacionales de innovación (en este caso un Sistema Europeo de Innovación). Edquist (1997) señaló que los sistemas regionales, nacionales y supra-nacionales de innovación deben ser considerados como niveles complementarios de análisis de los determinantes del cambio tecnológico.

2.3.2. Elementos de un Sistema Nacional de Innovación

Como ya se ha mencionado anteriormente, Lundvall (1992) identifica dos elementos clave como parte de un Sistema Nacional de Innovación: a) la estructura del sistema de producción y b) el conjunto institucional general. La estructura de producción en el sistema industrial define la forma en que las actividades de producción están vertical y horizontalmente unidas dentro del propio sistema industrial. El conjunto institucional abarca “las instituciones formales” -las organizaciones como las empresas, universidades, etc.- y “las instituciones informales” -como las reglas, normas, tradiciones, leyes, etc.- (Edquist y Johnson 1997). Aunque generalmente se consideran ambas variables relevantes para la innovación, los autores atribuyen mayor o menor importancia a estas variables según sus propias consideraciones.

1. La estructura del sistema de producción

Andersen (1992) destaca la importancia de la producción y de la estructura en la economía para el proceso de cambio tecnológico. Defiende el impacto del modelo de producción de una nación en el acto de innovar a través de varios mecanismos. Primero, la estructura de producción influye en el modelo de aprendizaje como resultado involuntario de las actividades de producción de una empresa, como el proceso de “aprender haciendo” (Arrow, 1962). Segundo, como las trayectorias naturales de

aprendizaje varían según los sectores industriales (Nelson y Winter, 1982), el modelo de especialización en la estructura de producción influye en el modelo de innovación. Tercero, la estructura de producción define la estructura de las conexiones en la economía (Andersen 1992).

La estructura de las conexiones es importante para los procesos informales de aprendizaje, según la definición de Lundvall (1992), como producto derivado de las actividades normales de producción de una empresa. En este sentido, Andersen (1992) apunta que la existencia en la economía de subsistemas de industrias integradas verticalmente identifica el potencial de la estructura de conexiones entre los usuarios y los productores que operan dentro del sistema industrial. Esta estructura identifica canales de información relativamente estables. Específicamente, la distancia tecnológica a lo largo de la estructura de conexión entre usuarios y productores determina la facilidad con que las relaciones seleccionadas y persistentes son establecidas, y los resultados del aprendizaje son transferidos. Los usuarios representan una fuente importante de conocimiento para el desarrollo de nuevos productos cuando son capaces de proporcionar una retroalimentación a los productores sobre las especificidades y requisitos del producto. Finalmente, como relación informal desarrolla formas institucionalizadas de actividades coordinadas de I+D (Lundvall 1988). Andersen (1992) concluye manifestando que la estructura de conexión también es importante para el proceso más formal de “aprender-investigando”.

2. Las instituciones

Edquist (1997) defiende que hay un acuerdo generalizado entre los autores que se apoyan en el concepto del Sistema Nacional de Innovación en que las instituciones son centrales para estos sistemas innovadores, debido a la naturaleza interactiva de los procesos de aprendizaje. Sin embargo, afirma que la definición de instituciones que los diferentes autores adoptan es bastante heterogénea (Edquist 1997). Johnson (1992) sostiene esta misma idea; las instituciones representan formas de comportamiento regulares en las sociedades. Para comprenderlo de forma sencilla, estas regularidades son entendidas como hábitos (o rutinas) individuales. Cuando se generalizan los hábitos y las rutinas y se comparten por grupos de individuos, dan lugar a regularidades sociales en el comportamiento. Estas regularidades son representadas por normas, costumbres,

tradiciones, reglas y leyes, algunas de las cuales son formales y explícitas, como las leyes y regulaciones, mientras otras son informales e implícitas, como el derecho común y las normas sociales (Johnson 1992). En esta definición general, las instituciones proporcionan la guía para el comportamiento individual y colectivo y regula/coordina la relación entre los individuos y las organizaciones.

Según Johnson (1992), las instituciones cumplen una función muy importante en el cambio técnico. La innovación utiliza procesos de aprendizaje que son interactivos y que tienen lugar en un ambiente incierto y complejo. En relación a estas características los procesos de aprendizaje de las instituciones sirven diversas funciones: i) como dispositivos informativos para reducir la incertidumbre; ii) dirigir conflictos, iii) coordinar la producción y el uso de conocimiento, iv) proporcionar sistemas de incentivos y ayudar a mediar en los conflictos entre los incentivos individuales y los incentivos colectivos, hacia el aprendizaje interactivo, y v) dirigir los procesos cognitivos e individuales de ayuda para formar una base conceptual común y un lenguaje para entender, comunicar, y adquirir el conocimiento en un proceso interactivo de aprendizaje (Johnson 1992).

En estas funciones, las instituciones proporcionan la estabilidad necesaria para mantener y reproducir el conocimiento existente. Estas también contribuyen a la producción y difusión de conocimiento generando la relación, comunicación e interacción entre personas con diferentes habilidades y tipos de conocimiento (Johnson 1992). Además, Johnson señala que las instituciones afectan al proceso “descuidado creador” que es necesario para el crecimiento del conocimiento, defendido por Lundvall (1992). Por ejemplo, factores institucionales -como los impuestos, los mercados de capital, su estructura-, influyen en los procesos de clausura de viejas actividades a nivel empresa y dentro de la empresa (Johnson 1992). En todas estas funciones, el conjunto institucional juega un papel central en la creación de la necesidad, de la demanda, determinando el porcentaje y dirección de la innovación (Johnson 1992; Lundvall 1992).

3. Instituciones y organizaciones

La definición anterior de instituciones hecha por Lundvall y Johnson en 1992 también incluye “las instituciones formales”, como las empresas, los bancos, las universidades,

las agencias gubernamentales. En estas instituciones se ha formalizado un conjunto de reglas o pautas de comportamiento mediante la creación de organizaciones específicas (Johnson 1992). Esta amplia definición está generalmente referida al panorama, conjunto o estructura institucional de los Sistemas Nacionales de Innovación. Sin embargo, Edquist y Johnson (1997) introducen una distinción entre organizaciones e instituciones. Del trabajo de North, Edquist y Johnson se deduce que defienden que las organizaciones son estructuras formales que se crean conscientemente y actúan con un propósito explícito -es decir “las instituciones formales” en el sentido de Johnson (1992)-. Las instituciones definen modelos regulares de comportamiento individual o colectivo formal e informalmente existente en las normas, hábitos, reglas, etc. Las instituciones pueden desarrollarse espontáneamente, y no necesariamente con un propósito explícito (Edquist y Johnson 1997).

Habiendo distinguido entre las instituciones y las organizaciones, Edquist y Johnson (1997) apuntan la importancia de desarrollar taxonomías de instituciones y organizaciones para entender su papel en un Sistema Nacional de Innovación. En particular, defienden que las instituciones pueden distinguirse entre “básicas”, como las reglas constitucionales, y las “de apoyo y financiación”, que definen y especifican ciertos aspectos de las reglas básicas. Además, pueden distinguirse entre instituciones “duras”, que conectan el comportamiento individual y el colectivo, y las “suaves”, que proporcionan sugerencias (Edquist y Johnson 1997).

Edquist y Johnson (1997) también afirman que las organizaciones pueden diferenciarse en privadas (por ejemplo las empresas, asociaciones industriales, sociedades científicas y profesionales etc.) y públicas (por ejemplo las agencias reguladoras, las agencias de financiación tecnológica, etc.). Otra distinción está hecha en base a las actividades realizadas, como las organizaciones (i) de producción de conocimiento (por ejemplo las universidades), (ii) de distribución de conocimiento (por ejemplo los parques científicos) y (iii) de regulación de conocimiento (por ejemplo las oficinas de patentes) (Edquist and Johnson 1997).

Aunque Edquist y Johnson hacen una distinción entre organizaciones e instituciones y sugieren que esta distinción es conceptualmente útil, a menudo autores que trabajan sobre los Sistemas Nacionales de Innovación ignoran esta distinción, y usan el término

“instituciones” de forma indiferente. Es más, la distinción de Edquist y Johnson entre instituciones y organizaciones puede ser problemática, ya que ambas están estrechamente interrelacionadas, como los autores manifiestan, y por ello difícil de diferenciar. Edquist (1997), sin embargo, defiende que los autores de la aproximación de SNI atribuyen distinto énfasis a los dos elementos, instituciones y organizaciones, incluidos en la definición del término general “instituciones”. Edquist observa que Nelson y Rosenberg (1993) se refieren esencialmente a las organizaciones, enfatizando la importancia de los “actores institucionales” en el SNI, identificados en las empresas y en los laboratorios de investigación industriales, y en las “instituciones de apoyo”, como las universidades, laboratorios gubernamentales, agencias de política tecnológica, etc. Igualmente, Edquist (1997) prosigue, Lundvall (1992) se refiere principalmente a las instituciones que proporcionan conocimiento a agentes y colectivos con una guía de comportamiento. En esta definición, como señaló Johnson (1992), las instituciones también incluyen las rutinas, las trayectorias tecnológicas y los paradigmas tecnológicos que forman las actividades innovadoras de varios agentes (Nelson y Winter 1982).

2.3.3. Límites conceptuales de un Sistema Nacional de Innovación

Una de las debilidades de la aproximación de SNI es un cierto grado de “ambigüedad conceptual”, como Edquist (1997) señala. Esta aproximación se basa en definiciones muy genéricas, como innovación e instituciones. Además, se propone como una aproximación explícitamente multidisciplinar que abarca el estudio de los determinantes generales de cambio tecnológico y todas las dimensiones científicas, técnicas, institucionales, sociales y culturales de desarrollo económico. Lundvall (1992) defiende que la aproximación de SNI necesita considerar la complejidad del proceso de cambio tecnológico y por consiguiente necesita ser multidisciplinar. Esta necesidad en la búsqueda de la diversidad, apunta Edquist (1997), es común a todas las aproximaciones de sistemas de innovación, pero conlleva una cierta vaguedad de los límites del Sistema Nacional de Innovación. Como consecuencia, la aproximación de SNI es “conceptualmente difusa” y no parece establecerse de forma clara ninguna diferenciación entre sistema y su contexto circundante (Edquist 1997).

Sin embargo, pueden identificarse en la literatura los dos extremos opuestos a los límites de un SNI. El sistema de innovación está concebido, a menudo, como una

definición más amplia que el Sistema de Investigación y Desarrollo y el Sistema de Difusión Tecnológica. Tienen que considerarse, también, las instituciones y los factores estructurales que influyen en el impacto de las nuevas tecnologías en la productividad y el crecimiento económico. Al mismo tiempo, un sistema de innovación tiene que ser más pequeño que el sistema económico global (Edquist y Lundvall 1993). Entre estos dos extremos se distingue, de forma general, entre un sistema de innovación en el sentido más amplio y una versión reducida del sistema de innovación (Freeman 1992; Lundvall 1992; Edquist 1997). La definición reducida de SNI, usada por Nelson, abarca el conjunto (formal) de instituciones que están más directamente relacionadas con las actividades científicas y técnicas. Focaliza sobre la innovación como resultado de los procesos de “aprender investigando” de las instituciones privadas y de “aprender explorando” de las instituciones públicas. Nelson y Rosenberg (1993) señalan que las dimensiones básicas que necesitan ser exploradas en los estudios empíricos sobre SNI son: i) las actividades de I+D y las fuentes de financiación, ii) las características de las empresas y las industrias más importantes, iii) el papel de las universidades, y iv) las políticas públicas dirigidas expresamente a incentivar y regular la innovación industrial.

Lundvall, por su parte, adopta una aproximación más amplia de los Sistemas Nacionales de Innovación. En esta aproximación, un SNI abarca todas las instituciones y los factores estructurales que afectan a la introducción y difusión de nuevos productos, procesos y sistemas en una economía nacional (Freeman 1992). Esta definición incluye todas las partes y aspectos de la estructura económica y del conjunto institucional que afectan al aprendizaje como un producto de las actividades de producción (es decir “aprender-haciendo”, “aprender-usando” y “aprender-interactuando”), así como los procesos más formales de aprendizaje (es decir “aprender investigando” y “aprender explorando”) (Lundvall 1992). Esta definición más general de innovación usada por Lundvall (1992) para comprender el proceso de aprendizaje como un producto de las actividades normales de la empresa, lleva a la consideración explícita del sistema de producción como uno de los elementos que componen un SNI (Andersen 1992). Semejante extensión de los límites de un SNI también implica otorgar más énfasis a la interacción entre el lado de la oferta (los laboratorios de I+D, las instituciones científicas y técnicas) y el lado de la demanda (los usuarios, consumidores, organizaciones de consumidores) en el proceso de cambio técnico (Freeman 1992). De acuerdo con esta reflexión, la naturaleza de las relaciones entre usuarios y productores y

su impacto en la innovación debe entenderse como uno de los rasgos esenciales de un SNI (Lundvall 1992). Además, el lado de la oferta también considera la influencia del mercado (capitalista) y la labor del mismo en el proceso de cambio tecnológico.

En pocas palabras, la definición “más corta” o “restrictiva” de SNI está compuesta por:

1. Las instituciones activamente comprometidas en la producción y difusión de nuevas tecnologías (por ejemplo, los laboratorios públicos y privados de I+D, departamentos de control de calidad, etc.).
2. Las instituciones que regulan la producción y difusión de nuevas tecnologías (por ejemplo, las oficinas patentes, etc.).
3. Las instituciones que apoyan y financian el acceso y diseminación del conocimiento científico y técnico (por ejemplo, los servicios de información científica y técnica, los parques científicos, las publicaciones, bibliotecas, universidades, etc.).
4. Las instituciones que proporcionan cualificación a las personas, y una variedad de destrezas y habilidades técnicas (el sistema educativo y el sistema de formación empresarial).
5. Las instituciones que formulan y llevan a cabo la política científica y tecnológica (por ejemplo los Ministerios, etc.) (Freeman 1992; Nelson 1993).

En una definición “más amplia” de un SNI los siguientes elementos son considerados también en relación a su impacto en el proceso de cambio tecnológico:

6. El sistema de producción (conexiones entre las industrias y la estructura de producción).
7. El sistema de marketing (departamentos propios, organizaciones de marketing).
8. Los usuarios de las innovaciones (empresas, gobierno).
9. El sistema financiero (bancos).
10. El mercado laboral (sindicatos, relaciones industriales).
11. Las instituciones que formulan y llevan a cabo las políticas comerciales.
12. Las instituciones que regulan el uso de las innovaciones (por ejemplo las regulaciones en los fármacos) y su impacto en el medio ambiente y en los recursos naturales.

13. Las instituciones informales e implícitas (por ejemplo las normas sociales, la cultura, etc.) (Lundvall 1992).

Otra dificultad añadida en lo que se refiere a los límites de un Sistema Nacional de Innovación es el derivado de la creciente internacionalización de las actividades económicas. Como fue señalado por Chesnais (1992), la inversión directa extranjera y el funcionamiento de las compañías multinacionales puede influir en la estructura y organización de un SNI. Como proceso de internacionalización, defiende el autor, da lugar a dos problemas principales: primero, puede debilitar la habilidad de los gobiernos de incrementar el carácter innovador de las empresas nacionales financiando a determinadas instituciones nacionales, y de crear las condiciones de demanda interna; segundo, el funcionamiento de las empresas multinacionales (en lo que se refiere a la inversión, propiedad de las empresas nacionales, localización de los departamentos de I+D, y de otras actividades, etc.) puede afectar potencialmente a los procesos innovadores de las empresas nacionales. Con respecto a este segundo problema, Chesnais (1992) sugiere que las compañías multinacionales pueden contribuir al SNI a través de diversos mecanismos: i) la transferencia de tecnología de la empresa matriz a las subsidiarias, ii) el proceso de aprendizaje que se origina como producto de las actividades de producción en las empresas subsidiarias, y iii) la acumulación y fortalecimiento de la capacidad de I+D, y el entrenamiento y capacitación de personal científico y técnico en los países anfitriones. Sin embargo, cuestiona hasta que punto los procesos de acumulación de conocimiento en las empresas subsidiarias depende esencialmente de la forma de la organización de estas y su grado de dependencia tecnológica sobre la empresa matriz (Chesnais 1992).

2.3.4. Actividades y relaciones de los elementos importantes de un SNI

Debido a la “aproximación sistémica” asumida de innovación, no es suficiente enumerar las instituciones que componen un Sistema Nacional de Innovación para entender la actuación innovadora de las empresas nacionales (Lundvall 1992; Edquist 1997). Como ya se ha mencionado anteriormente, las capacidades innovadoras dependen de la habilidad de combinar múltiples entradas que se originan en una red (sistema) de instituciones interdependientes. Las relaciones entre los elementos también necesitan ser dirigidas. En particular, Lundvall (1992) identifica algunas actividades fundamentales y

relaciones entre las instituciones que componen un SNI. Lundvall (1992) sostiene que las diferencias en la historia, idioma y cultura son reflejadas en la idiosincrasia nacional en las siguientes dimensiones interdependientes: el sistema de I+D, el papel del sector público, las relaciones entre empresas, el conjunto institucional del sistema financiero, el sistema educativo y de formación nacional, las organizaciones empresariales. Aunque no aparece explícitamente en el libro editado por Lundvall (1992), la importancia del panorama institucional del mercado laboral es destacado por Edquist y Lundvall (1993). En esta sección se hará alusión a las principales características de los subsistemas que componen un Sistema Nacional de Innovación.

1. El sistema de I+D: recursos, competencias y organización de las actividades de I+D

El sistema de I+D es definido como las instituciones formales directamente implicadas en la producción y difusión del nuevo conocimiento científico y tecnológico (Freeman 1992). Incluye las instituciones públicas y privadas:

- Empresas: laboratorios propios de I+D, control de calidad
- Laboratorios universitarios
- Institutos de investigación nacionales
- Consorcios nacionales e internacionales y alianzas de empresas
- Colaboraciones formales en investigación entre la universidad nacional y la industria (Freeman 1992, Nelson 1993)

Nelson y Rosenberg (1993) afirman que un rasgo importante de un SNI está representado por la proporción y financiación de las actividades de I+D. Esta dimensión es analizada especialmente en términos de las relaciones existentes entre el sector privado y el sector público y su contribución específica a la investigación básica y aplicada. Las siguientes estadísticas se analizan, generalmente, en los estudios empíricos de SNI:

1. La distribución de actividades de I+D entre el sector industrial y el sector público, para la investigación básica y aplicada.

2. La distribución de los fondos en I+D (públicos y privados) de apoyo al sector industrial y público, para la investigación básica y aplicada (Nelson 1993).

Un segundo rasgo importante hace referencia a la organización de las actividades de I+D (Freeman 1992, Mowery y Rosenberg 1993). Dentro de una empresa el proceso de “aprender investigando” se institucionaliza a través de la creación de departamentos y laboratorios especializados de I+D. El aprendizaje por medio de la investigación dentro de los laboratorios de I+D también se beneficia de los nuevos desarrollos científicos y técnicos que se originan fuera de la empresa. Mientras esta contribución puede tomar a menudo la forma de conocimiento adicional, nuevas aproximaciones de la organización que exploran los resultados de las actividades de I+D fuera del ámbito empresarial han identificado tres categorías complementarias de colaboración en investigación, que prevalecen en el Sistema Nacional de Innovación americano:

1. La colaboración en investigación entre empresas nacionales y extranjeras, con un enfoque en las actividades de desarrollo, producción y marketing.
2. La colaboración en investigación entre empresas nacionales que realizan investigación menos aplicada, directamente relacionados a productos comerciales específicos.
3. La colaboración en investigación entre la universidad nacional y la industria, para la investigación más fundamental.

Mowery y Rosenberg (1993) llaman la atención sobre la importancia que tienen las colaboraciones en investigación entre las universidades y la industria en el fortalecimiento de la conexión entre la investigación básica y la aplicada. Además, estas relaciones y colaboraciones entre la universidad y la industria son importantes de cara a aumentar el carácter interdisciplinario de las actividades tecnológicas y de investigación (Mowery y Rosenberg 1993).

2. El papel de gobierno

Nelson y Rosenberg (1993) y Gregersen (1992) defienden que un rasgo importante de un Sistema Nacional de Innovación es el papel específico que juega el gobierno en relación al proceso de cambio tecnológico. El sector público asume varias funciones en

un SNI, como productor de I+D y recursos humanos, regulador y usuario de innovaciones (Gregersen 1992). Sin embargo, el papel del gobierno en un SNI no sólo se refiere al diseño y aplicación de políticas con un impacto directo en la producción y difusión de innovación, a través de la financiación, regulación y demanda de innovaciones. De forma más general, las políticas públicas tienen un impacto en todos los subsistemas que componen un SNI, como el sistema financiero, el sistema educativo, el mercado laboral, etc. (Dalum, Johnson y Lundvall 1992). A pesar de ello, en esta sección será considerado el papel más directo del sector público respecto al cambio tecnológico.

2.1. Política tecnológica

Freeman (1992) y Nelson (1993) señalan el papel del sector público de apoyo a la innovación mediante medidas de política tecnológica. Éstas se llevan a cabo a través de distintas instituciones gubernamentales:

1. Los ministerios
2. Los consejos de investigación nacionales
3. Las empresas estatales

- Financiación de la investigación industrial

La financiación gubernamental de la I+D proporciona apoyo directo a la investigación industrial y pública (laboratorios gubernamentales, centros de investigación y desarrollo administrados por las universidades, e instituciones sin ánimo de lucro). La financiación gubernamental a la investigación industrial difiere entre los sectores industriales y está principalmente concentrada en las áreas militar (del ejército) y de tecnologías energéticas (aerospacial, telecomunicación, electrónica, tecnologías nucleares) y dirigido frecuentemente a las actividades de desarrollo (Mowery y Rosenberg 1993).

- La I+D en los institutos gubernamentales

Los estudios sobre los Sistemas Nacionales de Innovación resaltan el papel del gasto en I+D militar dentro de los departamentos y agencias gubernamentales en el período de la

postguerra como fuente adicional de aplicaciones comerciales -véase Mowery y Rosenberg 1993 entre otros en Nelson (1993)-. Mowery y Rosenberg (1993) y Keck (1993) sugieren, sin embargo, que las relaciones entre el ejército y las tecnologías civiles han cambiado recientemente. Los programas de investigación de fondos militares son ahora diseñados para apoyar el desarrollo comercial de las empresas de tecnologías civiles con aplicaciones potenciales en tecnologías militares¹. Estos programas implican altos ingresos privados y públicos y se dirigen explícitamente a las fuerzas competitivas comerciales de las empresas nacionales. La mayoría de los programas excluyen las empresas extranjeras (Mowery y Rosenberg 1993).

- Financiación de la investigación básica en las universidades

El papel de la financiación pública a la investigación universitaria ha sido extensivamente tratado por Mowery y Rosenberg (1993) en el Sistema Nacional de Innovación americano. La financiación gubernamental para la investigación académica está principalmente orientada hacia la investigación básica y sirve diferentes funciones. Representa la “demanda” de la investigación científica a través de contratos y premios para proyectos específicos de investigación dentro de las universidades. Aumenta las fuentes de financiación del personal científico a través de programas para la ayuda a la educación superior y a los graduados. Apoya y financia la adquisición de equipamiento y de medios esenciales para la investigación, manteniendo equipamiento científico caro e instrumentación avanzada en las universidades. La ayuda financiera gubernamental está incrementándose de forma importante para fomentar las colaboraciones en investigación entre la universidad y la industria. Los gobiernos están particularmente interesados en el grado de apertura del sistema a las empresas extranjeras, porque es en este tipo de colaboración en el que los ingresos privados y públicos son altos. Algunas formas de colaboración entre las universidades y la industria incluyen la participación de empresas extranjeras. La consecuente transferencia de tecnología puede conllevar una pérdida potencial de competitividad para las empresas nacionales (Mowery y Rosenberg 1993).

Mowery y Rosenberg (1993) concluyen que se ha demostrado que la variedad de intervenciones financieras del sector público es eficaz para el SNI americano ya que: i)

¹ El consorcio del Airbus es un claro ejemplo en Europa (Keck 1993).

fortalece el compromiso universitario con la investigación básica y se convierte en fuente de conocimiento base para la innovación, ii) refuerza las conexiones entre las actividades de investigación y formación, y iii) interrelaciona más eficazmente la investigación básica y las aplicaciones industriales.

- Políticas relacionadas con otras tecnologías

Las políticas “antitrust” y comercial representan los medios con los que cuentan los gobiernos para influir en la innovación industrial. Por ejemplo, Mowery y Rosenberg (1993) sostienen que la reducción de restricciones “antitrust” sobre colaboración en investigación podía haber contribuido al aumento en el número de consorcios de investigación en la industria americana a finales de los 80. También afirman que la tecnología y las políticas comerciales están cada vez más unidas como resultado de la entrada de la propiedad intelectual en las negociaciones comerciales internacionales. Odagiri y Goto (1993), han comprobado, para el Sistema Nacional de Innovación japonés, que las políticas comerciales pueden estar diseñadas para estimular la importación de tecnología avanzada. Las restricciones sobre las importaciones y sobre la inversión extranjera directa puede idearse para que las empresas extranjeras sólo puedan aprovecharse de su superioridad tecnológica vendiendo su tecnología a las empresas nacionales. Sin embargo, las políticas de sustitución de la importación pueden reducir la competencia del mercado y pueden impedir la afluencia de capital (Odagiri y Goto 1993).

2.2. Regulaciones, normas y derechos de propiedad

El sector público, en su función de regulador, es el encargado de preparar las normas y regulaciones y proteger las actividades tecnológicas. Gregersen (1992) apunta que el contenido y volumen de las regulaciones (por ejemplo las características técnicas y el momento de aplicación de las normas), y el tipo de regulaciones (por ejemplo de carácter anticipador o reactiva, control de procesos/productos) que se establecen en un cierto sistema, depende de las negociaciones institucionales entre los agentes y los expertos dentro de los sectores público y privado. Tales negociaciones incluyen factores sociales y culturales que son específicos de un contexto nacional. Por ello, las regulaciones son una dimensión importante de un SNI (Gregersen 1992).

Más recientemente, Smith (1997) ha acentuado el carácter infraestructural de las normas, las regulaciones, y la protección de las actividades técnicas, y su importancia para el proceso de innovación. En particular, advierte que las normas técnicas contribuyen a definir las características de los productos y por consiguiente la forma y el enfoque de las actividades innovadoras de las empresas. La estandarización puede ser impuesta por el sector público, en su posición de proveedor de infraestructura física (por ejemplo el sistema de energía), o a través de la regulación. Adicionalmente, las normas pueden ser impuestas por una empresa dominante y pueden difundirse como una forma emergente de coordinación dentro del sector privado. Las regulaciones son diseñadas con el objetivo de controlar el riesgo que conlleva la mayoría de las tecnologías. Los riesgos tienen que ver con la vida o la salud (por ejemplo, el consumidor y la seguridad del trabajador), las pérdidas económicas, o el riesgo medioambiental. Aunque el sistema regulador es principalmente público, también están implicadas muchas agencias privadas. Todas estas actividades, señala Smith, son importantes para el cambio tecnológico porque supone una aceptación coordinada por parte de los agentes innovadores de las normas técnicas y reglamentos, y la aceptación social de las consecuencias y riesgos asociados con las nuevas tecnologías (Smith 1997).

La protección de las actividades técnicas (las patentes, los derechos de propiedad) apunta más explícitamente a la eficacia económica, debido a la naturaleza parcialmente no apropiable del conocimiento tecnológico (Gregersen 1992). Como señaló Mowery y Rosenberg (1993), el carácter del régimen de la apropiabilidad no sólo puede influir en la proporción global de innovación, sino también en el papel que las nuevas pequeñas empresas juegan en el proceso de innovación. Un régimen de propiedad intelectual permisivo (por ejemplo políticas liberales de autorización) propicia la difusión tecnológica y reduce la carga de litigación sobre la innovación en las empresas jóvenes. Al mismo tiempo, reduce la posibilidad para una empresa de obtener beneficios económicos de la innovación, y, por ello, debilita los incentivos a la misma (Mowery y Rosenberg 1993).

2.3. Usuarios de innovaciones

Gregersen (1992) afirma que la agencia pública es una fuente importante de demanda de innovaciones. Las capacidades innovadoras de las empresas están influenciadas por el proceso de aprendizaje interactivo con el sector público como usuario de innovaciones. En estos términos, la relación entre el sector público y el sector privado puede verse como un caso particular de relación entre usuario y productor (Lundvall 1992). Esta relación asume un carácter específico que refleja la naturaleza distinta de la demanda del sector público. Gregersen (1992) señala las excesivas diferencias de objetivos y metas del comportamiento del sector público y privado. Con respecto a los usuarios del sector privado, la demanda del sector público está dominada principalmente por objetivos sociales, políticos, estratégicos o militares y, de forma secundaria, por las consideraciones del coste. La calidad y el desempeño pueden prevalecer sobre las preocupaciones del costo. Como consecuencia, la agencia pública no sólo puede estimular o frenar la tasa de innovación, sino también influye en la dirección de los procesos innovadores (Gregersen 1992).

Gregersen (1992) también defiende que la contribución de demanda del sector público a las innovaciones del sector privado está diferenciada. Por la parte cuantitativa, semejante contribución es directa en lo que se refiere al tamaño y calidad de la demanda. Por la cualitativa, el sector público puede contribuir participando directamente como usuario en el proceso de innovación. Alternativamente, puede contribuir a las innovaciones como usuario, formulando en su calidad de usuario sus necesidades y requisitos, pero dejando el desarrollo de nuevos productos a las empresas proveedoras (por ejemplo el desarrollo de instrumentos científicos para los laboratorios de los hospitales y de la universidad, en materia de defensa para el gobierno, hospitales, telecomunicaciones y protección medio ambiental, Gregersen 1992).

En pocas palabras, Gregersen (1992) afirma que el sector público puede contribuir a crear alta calidad y un mercado nacional estable, especialmente importante cuando el sector privado se enfrenta con ambientes inestables, y puede acelerar las innovaciones del sector privado que son socialmente deseables. Para lograr este objetivo, el sector público necesita convertirse en “usuario competente”, manteniendo y renovando los procesos de aprendizaje internos. Más allá, necesita mantener condiciones generales

estables, bajo las cuales los cambios cualitativos y cuantitativos en la demanda pública pueden, junto con las normas técnicas, crear condiciones que facilitan y estimulan el aprendizaje interactivo entre el sector privado y público (Gregersen 1992).

3. Relaciones entre empresas

Como ya se ha mencionado, las capacidades innovadoras de las empresas dependen no sólo de su habilidad de interactuar con el sector público, sino también de su habilidad de interactuar con otras empresas dentro del sistema industrial. Los procesos de aprendizaje interactivo ocurren verticalmente entre empresas relacionadas a lo largo de la cadena de producción, y de forma horizontal entre empresas que compiten en los mismos mercados o en mercados relacionados con el producto. Ambas formas de interrelación entre empresas -por ejemplo la interacción entre usuarios y productores y las redes industriales- están influidas e influenciadas por el conjunto institucional y la estructura de producción del Sistema Nacional de Innovación (Lundvall 1992).

3.1. Relación usuario-productor

Lundvall (1992) defiende que la forma de aprendizaje interactivo entre usuarios y productores es particularmente importante para las innovaciones de producto, a menudo descuidadas por la teoría normal. La relación usuario-productor tiene la función especial de comunicar la información sobre las oportunidades tecnológicas y las necesidades del usuario. Esta forma de aprendizaje requiere el desarrollo de un código común de comunicación, e incluye elementos de poder y jerarquía, lealtad, confianza mutua y respeto a la autonomía de cada uno de ellos (Lundvall, 1992). Como consecuencia, dice Lundvall, la relación usuario-productor tiende a ser perdurable en el tiempo (es decir “institucionalizada”) y selectiva (el número de participantes está limitado). Lundvall también defiende que el modelo de relación usuario-productor depende de la distancia entre los participantes involucrados. Esta distancia será medida en lo que se refiere a i) distancia económica (cómo están localizadas las actividades económicas de los usuarios y los productores en la matriz de input y output), ii) distancia organizacional entre los dos extremos de integración total y ninguna integración de las actividades verticalmente relacionadas, iii) distancia geográfica, como las fronteras nacionales y iv) distancia cultural, especialmente respecto a las diferencias en la racionalidad de los agentes entre

un “comportamiento oportunista” y un “comportamiento honesto”. De estas observaciones Lundvall concluye que, en cuanto a otras formas de aprendizaje interactivo, los factores sociales y culturales, que generalmente encuentran un modelo bastante coherente dentro de las fronteras nacionales, conforman las relaciones usuario-productor (Lundvall 1992). Por ejemplo, Walker (1993) señala que los factores culturales pueden desencadenar problemas de coordinación en la relación usuario-productor. Utilizando el Sistema Nacional de Innovación británico, el autor sostiene que los valores culturales de “individualismo” y “liberalismo” son el origen de una “tradición para el consumidor a tener completa libertad de elección y no tener especial responsabilidad hacia, o causa común con, los proveedores indígenas” (Walker 1993).

3.2. Redes industriales

Como señaló Freeman (1992) “las redes son ahora de vital importancia para una innovación eficaz”. La importancia de las redes industriales en la aproximación de SNI ha sido señalada por Gelsing (1992). El autor distingue entre una “red comercial” y una “red de conocimiento.” Una red comercial consiste en las conexiones entre los usuarios y productores de bienes y servicios. Una red de conocimiento está definida por el flujo de información e intercambio de conocimiento que ocurre entre las empresas y otras instituciones, independientemente del flujo de bienes. Aunque las dos formas solapan a menudo en términos reales, en principio tienen implicaciones diferentes para el proceso de innovación. La red comercial influye principalmente en los procesos de transferencia de conocimiento enclavados en los bienes de capital, mientras la red de conocimiento forma en particular el proceso de aprendizaje interactivo entre los participantes. Cualquier red puede definirse como un conjunto de nodos y relaciones. Los nodos representan a las empresas industriales y a sus socios innovadores, como los proveedores, clientes, consultorías privadas y públicas, y competidores (Freeman 1992; Gelsing 1992).

El papel de las colaboraciones formales de I+D entre las empresas industriales y entre las empresas industriales y las universidades se ha analizado anteriormente. Aunque las “mutual ventures” de I+D son importantes, existen otros acuerdos formalizados establecidos en relación a la subcontratación, al marketing común, programas de formación y aprendizaje, etc. La definición de red industrial usada por Gelsing (1992)

también abarca las redes informales de empresas y otras instituciones privadas y públicas que tienen una naturaleza abierta e informal. “Las empresas participan debido a un interés y confianza mutua, y no debido a los compromisos contractuales”. Freeman (1992) identifica tres formas principales de red aplicadas a: i) la colaboración dentro y entre las instituciones científicas y técnicas, ii) la colaboración entre las empresas (sobre todo con los proveedores de materiales, componentes, subsistemas, etc.) y iii) la colaboración entre las empresas y usuarios. Aunque la relación usuario-productor (examinada con más detalle en la sección anterior) es la forma más frecuente de cooperación, formas de cooperación entre competidores también son cualitativamente importantes (Gelsing 1992).

Gelsing (1992) identifica una variedad de factores institucionales y estructurales en la economía que afectan al desarrollo de las redes industriales: i) la estructura de producción de una nación, ii) el tamaño de las empresas (un predominio de empresas pequeñas facilita la gestión de redes), iii) la división del trabajo entre la industria y los servicios de negocio, iv) el papel de la política industrial, diferenciando entre las empresas pequeñas y grandes, v) los obstáculos legales, económicos y estructurales a las actividades empresariales, y por consiguiente a las redes, y vi) la existencia de una infraestructura tecnológica de servicios fuerte que facilita la gestión de redes industriales (Gelsing 1992). El autor también señala que la emergencia de redes industriales en una región en particular se ve afectada por las tradiciones existentes de relaciones empresariales y de cooperación en la región. Tales tradiciones pueden diferir entre regiones y naciones, reflejando elementos sociales y culturales específicos.

4. El sistema financiero

Los proyectos de I+D están caracterizados por un alto grado de incertidumbre y por un horizonte a largo plazo. En su contribución a la aproximación de los Sistemas Nacionales de Innovación, Christensen defiende que estos rasgos exigen requisitos específicos en el sistema financiero. Por ejemplo, las empresas pueden encontrar dificultades de financiación externa de sus proyectos de I+D si las instituciones financieras son contrarias al riesgo. Las instituciones del sistema financiero tienen un impacto sobre las capacidades innovadoras hasta el punto que la promoción de los objetivos a largo plazo de una empresa (por ejemplo el crecimiento a largo plazo de los

proyectos de I+D) no están contrapuestos a los objetivos de ganancias a corto plazo de las instituciones financieras (Christensen 1992).

El sistema financiero difiere según los países y está influenciado por factores sociales y culturales. Las organizaciones financieras (bancos, institutos financieros, mercados de valores, etc.) institucionalizan un conjunto de reglas, normas y comportamientos regulares que forman las relaciones entre los prestatarios y prestamistas. Tales relaciones están caracterizadas típicamente por diferentes culturas, racionalidades y competencias del mundo industrial y financiero (por ejemplo competencias técnicas versus habilidades de dirección). Elementos de coherencia geográfica, social y cultural son importantes en la definición de un sistema financiero. Como consecuencia, la cantidad y estabilidad de las relaciones entre prestatarios y prestamistas difieren entre naciones. Existen importantes diferencias, por ejemplo, en la actitud hacia el “corto plazo” versus “largo plazo” en lo que se refiere a la financiación de las inversiones. Estas diferencias son relevantes para un SNI porque el horizonte temporal en la financiación de las inversiones es más importante para los proyectos de innovación que el tipo de interés (Christensen 1992).

Se identifican tres categorías distintas de sistemas financieros nacionales en la literatura, de acuerdo a i) la forma en que los ahorros son transformados en inversión, y ii) el papel del gobierno. Un sistema de mercado de capital se caracteriza por la asignación de fondos, aunque desarrolla un mercado de valores con competencia perfecta y poca influencia gubernamental. Los precios son establecidos por el mercado de valores; las instituciones y los intermediarios financieros están altamente especializados (los ejemplos típicos, aunque con algunas diferencias, son los sistemas de EE.UU. y Reino Unido). En un sistema de crédito influido por el gobierno, los fondos son asignados principalmente a través de créditos bancarios que se usan explícitamente por el sector público como instrumento para influir en el desarrollo tecnológico e industrial (los ejemplos son los sistemas de Francia y Japón). Por último, en un sistema institucional de crédito las instituciones financieras pueden influir en los precios independientemente del gobierno. Este sistema se caracteriza por fuertes lazos entre la industria y las finanzas (Alemania representa un ejemplo de este sistema).

En términos generales, el sistema de mercado de capital y el sistema de crédito tienen diferente impacto sobre la innovación. En el sistema de capital, las relaciones estables y de largo tiempo pueden establecerse debido a la falta de estrechos contactos entre el prestatario y los muchos y pequeños prestamistas. La comunicación es sólo en un sentido y el prestatario no tiene oportunidad de convencer a los potenciales prestamistas sobre los méritos de sus proyectos. La volatilidad del mercado de valores limita la posibilidad de construir códigos y canales de comunicación. Además, la valoración de los recursos de la empresa se realiza más respecto a la actuación global de la compañía que en relación con la calidad de los proyectos individuales. En pocas palabras, un “modo de selección” de proyectos tiende a prevalecer en el sistema capitalista, modo que hace énfasis en el objetivo de ganancia a corto plazo en la empresa (Christensen 1992).

En contraste, se ha defendido que un sistema de crédito favorece un “modo de aprendizaje” en las relaciones entre los prestatarios y los prestamistas. Lazos fuertes y persistentes son establecidos entre ambos, colectivo este último que facilita la acumulación de conocimiento, en ambos lados, y desarrolla las competencias para evaluar los proyectos individuales. En el modelo japonés, los accionistas son a menudo los bancos y otras empresas que están básicamente relacionadas con la empresa, y la propia empresa, a su vez, posee a sus accionistas. Semejante sistema da más prudencia a los gerentes, que están generalmente más orientados al crecimiento que los accionistas (Odagiri y Goto 1993).

Aunque un sistema de crédito puede crear condiciones favorables para las inversiones de I+D favoreciendo los objetivos de crecimiento a largo plazo en la empresa, el desarrollo de rutinas muy bien puede impedir la exploración de nuevas ideas en tiempos de rápido cambio tecnológico. Además, como muestra la historia del desarrollo de capital riesgo en EE.UU., un sistema de capital puede llevar a la creación de nuevos instrumentos financieros para la comercialización de nuevas tecnologías. En particular, Mowery y Rosenberg (1993) apuntan que, en EE.UU., el desarrollo de un sofisticado sistema financiero privado (basado fundamentalmente en las empresas de capital riesgo) fue esencial para apoyar la creación de nuevas empresas de alta tecnología emergentes en las áreas de oportunidad.

5. Sistema de educación y formación

Freeman (1992) apunta que las actividades innovadoras de las empresas y de otras instituciones son apoyadas por “personas cualificadas del sistema educativo y del sistema de formación industrial”. El sistema de educación y formación está considerado, generalmente, como un elemento fundamental del Sistema Nacional de Innovación (Lundvall 1992). En particular, Nelson y Rosenberg (1993) añaden que el sistema de educación y formación es importante para la innovación por dos razones principales: i) determina el suministro de habilidades en los campos de conocimiento científicos, técnicos y de ingeniería y ii) influyen en las actitudes de los trabajadores hacia el cambio técnico. El sistema de educación y formación está compuesto por varias instituciones: las empresas, las escuelas, las universidades, etc. Existen diferencias entre distintos países en términos generales y en lo que se refiere a los contenidos específicos de educación y formación.

Con respecto a la empresa, y su organización interna, Odagiri y Goto (1993) afirman que la formación interna, el aprendizaje en el trabajo, y los planes de rotación para los trabajadores pueden facilitar la introducción de nuevos productos y procesos. El sistema de educación y formación llevado a cabo por la empresa no sólo aumenta las habilidades y capacidades de los trabajadores, sino también su flexibilidad para adaptarse a los cambios en el ambiente de trabajo, cambios que pueden ocurrir como consecuencia de la innovación técnica. El sistema de educación y formación es una fuente importante de variedad de habilidades y puede reducir la resistencia producida por la fuerzas de la inercia existentes dentro de la empresa (Odagiri y Goto 1993).

Las universidades representan a los principales actores institucionales del sistema educativo. Varios aspectos son explorados por estudios empíricos que evalúan el papel de las universidades en un SNI (Nelson 1993). Estos estudios revelan que no sólo el nivel general de educación y formación es importante, sino también la habilidad del sistema educativo “para adaptarse con velocidad y flexibilidad a los nuevos desarrollos en ciencia y tecnología”, como muestra, por ejemplo, Keck (1993) en el Sistema Nacional de Innovación alemán. De esta forma, continúa Keck, el sistema de educación necesita combinar diferentes áreas de conocimiento, dado el creciente carácter multidisciplinar de los desarrollos en ciencia y tecnología. Otro aspecto importante a ser

considerado es la habilidad de las universidades de establecer las conexiones entre la industria y la educación universitaria. En muchos casos, por ejemplo, las universidades tienen una oficina especial de transferencia de tecnología (Keck 1993). Es más, las colaboraciones de investigación entre las universidades y la industria son establecidas y empleadas por las empresas participantes como “filtros” para contratar personal de investigación (Mowery y Rosenberg 1993). Las universidades actúan también como instituciones de conexión entre la investigación pública y el sistema educativo, por ejemplo a través de las colaboraciones con los institutos de investigación nacionales, ambos en investigación básica y aplicada (Keck 1993). De esta manera, las universidades desempeñan la importante función de conectar las comunidades científicas y tecnológicas, combinando diferentes campos de conocimiento en ciencia e ingeniería (Walker 1993).

Las diferencias entre educación nacional y sistemas de formación reflejan las diferencias subyacentes en los elementos sociales y culturales. Por ejemplo, diferentes valores sociales atribuidos a los científicos y a las disciplinas de ingeniería influyen en el contenido y volumen del sistema de educación, sobre todo en lo que se refiere a la integración de diversos campos de conocimiento (Walker 1993). Además, algunos países se caracterizan por un sistema de educación “elitista”, como Bretaña y Francia (Walker 1993; Chesnais 1993). En particular, Walker (1993) defiende que, en el Reino Unido, un sistema elitista y de orientación financiero de educación es, entre otros factores culturales, el origen de una falta general de “cohesión colectiva”, por ejemplo entre la industria y las finanzas. Por otro lado, Chesnais (1993) afirma que el Sistema Nacional de Innovación francés ilustra un sistema de educación elitista, combinando una rigurosa formación técnica con la especialización directiva, política y administrativa, proporcionando una única “fuerza de élite” capaz de apoyar las relaciones entre el sector público y las empresas industriales.

6. El sistema de dirección: la organización interna de las empresas

Las formas de aprendizaje interactivo son importantes para la innovación, sostiene Lundvall (1992), no sólo entre las empresas y otras organizaciones privadas y públicas, sino también, internamente dentro de la empresa, entre sus diversas funciones y departamentos. En particular, Gjerding (1992) examina la influencia de diversos tipos

de organización de trabajo en el proceso de aprendizaje interactivo dentro de cualquier firma, en relación al diseño de los planes de innovación, al dilema del plan de innovación. El dilema del plan de innovación expresa cómo la organización de una empresa hace posible “conciliar la necesidad de estabilidad exigida para realizar las actividades presentes con la necesidad de cambio para conseguir la supervivencia de la organización” (Gjerding 1992). El sistema de dirección identifica algunos principios generales de organización de un SNI que forman la organización del trabajo a nivel de empresa (Gjerding 1992). Los sistemas de dirección representan un factor institucional que influye en el proceso de aprendizaje interactivo entre los distintos departamentos y funciones de la empresa.

Diferentes aspectos de la organización interna de una empresa han sido señalados e identificados en la literatura de los Sistemas Nacionales de Innovación. Los modelos de organización de las empresas japonesas, como contrapuesto al modelo Fordist, muestran la importancia del aspecto humano de la dirección (Odagiri y Goto 1993). Otros aspectos también relacionados a la situación geográfica de corporaciones diversificadas afectan a la comunicación y al aprendizaje interactivo dentro de la empresa (Mowery y Rosenberg 1993). Los aspectos que aparecen son:

a) Organización y ubicación de las actividades de I+D en una empresa. En las grandes empresas, y sobre todo en las gigantes corporaciones cuya actividad está diversificada, la actividad de I+D es separada, a menudo, entre la investigación más fundamental – básica-, llevada a cabo en los laboratorios centrales, y la investigación aplicada, realizada en laboratorios especializados. La situación geográfica de las actividades de I+D dentro de una empresa también pueden dar lugar a problemas de comunicación y dificultad en la comercialización (Mowery y Rosenberg 1993).

b) Motivaciones. La decisión de una empresa de invertir en I+D responde más a objetivos a largo plazo de crecimiento que a objetivos a corto plazo de ganancias. Una organización interna donde los directores son promovidos gradualmente desde dentro de la empresa para las cuales han trabajado durante décadas, habilita relaciones más estables entre la dirección y la mano de obra. Los directores están más identificados con los empleados que con los accionistas, y a la larga experimentan sentimientos afectivos hacia la empresa. Directores y empleados están orientados generalmente más al

crecimiento que los accionistas, debido, también, a su larga carrera dentro de la empresa, por lo que la inversión en actividades de I+D puede ser más favorable bajo esta forma de organización (Odagiri y Goto 1993).

c) La experiencia de los directores. En el modelo japonés de organización, la mayoría de los directores provienen de los departamentos de producción y tecnológicos, seguidos de los departamentos de marketing y exportación. Sólo algunos de ellos tienen su origen financiero y de contabilidad. La familiaridad de los directores con la tecnología e investigación en la empresa, y con las necesidades del mercado, es muy importante para la innovación (Odagiri y Goto 1993).

d) Interacciones entre departamentos: conexiones entre los departamentos de I+D, producción, ventas, marketing. El éxito innovador de una empresa no depende sólo del “aprendizaje-investigando” formalizado en los laboratorios de I+D. La innovación también se beneficia de la combinación de una variedad de inputs de conocimiento y de procesos de aprendizaje de todas las funciones/departamentos de una empresa. Para lograr una integración eficaz de las distintas capacidades y habilidades en una empresa, la organización del mercado laboral interno es fundamental. Los departamentos de I+D tienden a estar más integrados con las actividades de producción y más orientados al mercado, facilitando la introducción de nuevos procesos y productos. Por otro lado, la investigación básica verdaderamente original puede no estar suficientemente potenciada (Odagiri y Goto 1993).

La organización interna japonesa y el modelo Fordist incluyen no sólo una lógica diferente de organización del trabajo, sino también un conjunto muy diferente de valores culturales (Gjerding 1992). El modelo japonés de organización del trabajo se caracteriza por un sistema lógico abierto que promueve el “aprendizaje-interactuando” entre varios departamentos y funciones de las empresas, opuesto al sistema lógico cerrado del modelo Fordist. Idealmente, sostiene Gjerding (1992), un sistema abierto incluye una acción colectiva (contra la acción individual) y, de forma consistente, una distribución bastante uniforme de poder. Sin embargo, en el modelo japonés, una fuerte tendencia hacia los valores colectivos coexiste con un alto grado de tolerancia hacia las relaciones de poder jerárquicas existentes. Las diferencias entre el modelo ideal y el modelo japonés de un sistema lógico abierto de organización del trabajo refleja fuertes

valores sociales de colectividad dentro de un sistema de estado social fuertemente jerárquizado (Gjerding 1992).

7. Relación entre trabajo y capital

Aunque este elemento no fue señalado explícitamente en la primera contribución de Lundvall (1992), algunos autores que siguen la aproximación de SNI han enfatizado la influencia en el proceso de cambio tecnológico del conjunto socio institucional, el cual forma la interacción cooperativa entre los sindicatos, el estado del bienestar y el capital privado. El panorama institucional es una dimensión importante de un Sistema Nacional de Innovación, defienden Edquist y Lundvall, porque afecta a la “aceptación social” del cambio tecnológico.

Para mostrar la importancia de las instituciones en los SNI en la relación entre trabajo y capital, los ejemplos, contrapuestos, de los modelos “Sueco” y “Danés” son típicamente comparados. En el modelo “Sueco” los sindicatos están centralizados y organizados a lo largo de las líneas industriales, un bajo nivel general de desempleo impone a las compañías una escasez severa de trabajo, y las políticas del mercado de trabajo se orientan, también como consecuencia de la observación anterior, “a reeducar o alcanzar el reempleo” (Edquist y Lundvall, 1993). En el modelo “Danés” los sindicatos están organizados según profesión y competencia, el nivel general de desempleo es alto, y las políticas de trabajo están dirigidas principalmente a los pagos de la seguridad social de los trabajadores desempleados. El modelo “Sueco” crea en los trabajadores una actitud más positiva hacia la introducción de nuevas tecnologías y la racionalización de los procesos de trabajo. El compromiso entre trabajo y capital alcanzado en el modelo “Sueco” fue posible, también, por el estado de bienestar y su compromiso a completar las políticas de empleo, sin ninguna interferencia formal del estado en las negociaciones (Edquist y Lundvall 1993).

2.3.5. Sistemas nacionales y sectoriales de innovación

La literatura sobre los Sistemas Nacionales de Innovación acentúa la importancia que para las innovaciones de las empresas tienen los factores institucionales y estructurales, “ambos localizados dentro de o arraigados dentro de las fronteras de un estado de la

nación” (Lundvall 1992). Sin embargo, otra parte de la literatura de la economía de cambio tecnológico se dirige sobre los determinantes específicos del sector -o tecnología- de las capacidades innovadoras (Dosi 1982, Pavitt 1984, Malerba y Orsenigo 1996). Estos defienden que las propiedades de los procesos innovadores quedan determinados por la naturaleza de los “regímenes tecnológicos” o “paradigmas tecnológicos”, que caracterizan conjuntos seleccionados de actividades de producción basados en los campos seleccionados de conocimiento tecnológico y científico (Dosi 1982; Nelson y Winter 1982). Los modelos de innovación están formados por “imperativos tecnológicos” que reflejan la naturaleza específica de las bases de conocimiento subyacente de los procesos de aprendizaje, y estos modelos no varían, de forma relativa, entre países (Malerba y Orsenigo 1996).

Como ha señalado Edquist (1997) no sólo la delimitación geográfica de los sistemas de innovación necesita ser especificada a niveles diferentes, es decir regional, nacional y supra-nacional, sino que, a cada uno de estos niveles, también deben tenerse en cuenta los límites sectoriales de un sistema de innovación. La importancia de los sistemas sectoriales de innovación (SSI), dentro de una aproximación sistémica más general de cambio técnico, ha sido resaltado por Breschi y Malerba (1997). Ambos defienden que los factores institucionales y tecnológicos son importantes, influyendo en el proceso de cambio tecnológico. La diferencia entre los dos acercamientos, SNI y SSI, reside principalmente en el énfasis atribuido a cada uno de ellos. Un sistema sectorial de innovación se define por el “sistema (grupo) de empresas que desarrollan y hacen las tecnologías de un sector” (Breschi y Malerba 1997).

Los sistemas sectoriales de innovación son caracterizados, según Breschi y Malerba (1997), con respecto a las dimensiones principales siguientes: i) la dinámica Schumpeteriana de innovadores en lo que se refiere al número, tamaño, y concentración de innovadores y su cambio con el tiempo (es decir, el grado de turbulencia), ii) la distribución geográfica de innovadores y las actividades innovadoras dentro de un país (es decir, dispersado o concentrado), y iii) la organización espacial de los procesos innovadores de las empresas (es decir, los límites locales o globales de conocimiento). Breschi y Malerba (1997) defienden que estas tres dimensiones de un Sistema Sectorial de Innovación están influenciadas por las características básicas de los regímenes tecnológicos, características definidas en términos de nivel de condiciones de

oportunidad, condiciones de apropiabilidad, acumulación de innovación, y conocimiento base.

Aunque la importancia de los SSI y su relación con el SNI fue explicitada sólo recientemente por Edquist (1997) y Breschi y Malerba (1997), las contribuciones anteriores de la aproximación de SNI hacían referencia de forma indirecta. Por ejemplo, Andersen (1992) manifiesta que debido a la existencia de diferencias interindustriales en los sistemas de innovación, el modelo de especialización de una economía se convierte en una dimensión importante de un SNI. La idea subyacente es que dentro de la misma industria, las diferencias en la actuación innovadora residen en las diferencias en las historias nacionales y culturas que han formado instituciones, leyes y políticas nacionales (Nelson y Rosenberg 1993). En particular, Nelson y Rosenberg (1993) apuntan que los límites geográficos de un sistema de innovación pueden diferir significativamente entre industrias: los límites pueden ser nacionales (o incluso regionales) para algunas industrias, y supra-nacionales para otras. Además, los autores sugieren, incluso dentro del mismo límite geográfico, que las instituciones relevantes para las actividades innovadoras pueden diferir entre sectores (Nelson y Rosenberg 1993).

Guerrieri y Tylecote (1997), por su parte, defienden que en las aproximaciones de SNI y SSI el emparejamiento específico entre el conjunto institucional y estructura de producción influye en las actuaciones innovadoras de las empresas nacionales. De hecho, algunas instituciones son más importantes para las empresas en algunas industrias que en otras, y algunas instituciones encajan en algunas estructuras de producción mejor que en otras. Existen varios ejemplos en la literatura. En uno de ellos Malerba (1997) muestra, en base al caso italiano, cómo dos Sistemas Nacionales de Innovación diferentes pueden coexistir dentro de los mismos límites nacionales, para diferentes sectores industriales. Específicamente, Malerba afirma que un modelo de SNI basado en los distritos industriales caracteriza principalmente industrias tradicionales y el sector de la maquinaria, mientras un modelo basado en el sistema de I+D parece prevalecer en otras industrias, como en el sector del automóvil y de las computadoras. Este ejemplo también muestra cómo el mismo conjunto institucional que apoya la fuerza de un sistema (es decir el modelo de distritos industriales) es el origen de la debilidad de otro sistema (es decir el sistema de I+D) (Malerba 1993). Otro ejemplo que

analiza la combinación específica entre SNI y SSI es el proporcionado por Chesnais (1993) en su estudio del Sistema Nacional de Innovación francés. Chesnais examina el SNI francés distinguiendo las instituciones en diversos subsistemas de alta tecnología (el subsector militar, el sector del electronuclear, la industria espacial y la industria de las telecomunicaciones). Walker (1993), por ejemplo, sostiene que en el Sistema Nacional de Innovación británico un sistema educativo pobre especialmente en ingeniería, pero con buena tradición en ciencia, no posibilita el desarrollo de la industria química y de la bioingeniería. En particular, este último ejemplo deja entrever la influencia de determinados elementos del SNI en la estructura específica de producción que surge en una economía nacional. Entre otros factores, el carácter del sistema educativo, sobre todo en lo que se refiere a la importancia relativa de la ingeniería y de áreas científicas de conocimiento, puede influir en el potencial de diversas actividades de producción.

Capítulo 3. Sector Biotecnológico

La biotecnología está constituida por un conjunto de tecnologías que aplican las propiedades de los seres vivos para obtener productos, desarrollar nuevos procesos o contribuir a la mejora de los existentes. La base científica descansa en un gran número de disciplinas, desde la microbiología y la ingeniería genética hasta la genética molecular, pasando por la inmunología y otras disciplinas biomédicas. En resumen, se puede asimilar esta base científica al aprovechamiento de la estructura y función de las principales macromoléculas biológicas.

Desde el punto de vista científico-técnico la biotecnología posee un carácter multidisciplinar, resultando difícil su desarrollo sin la presencia de una masa crítica adecuada y sin la colaboración de expertos con diferentes capacidades.

Desde el punto de vista económico e industrial, la biotecnología presenta un carácter netamente multisectorial, pero también intersectorial. Incide sobre todos los sectores y actividades económicas: agricultura y pesca (acuicultura), agroalimentación, salud humana y animal (terapéutica y diagnóstico), industria química (química fina, reactivos, edulcorantes, combustibles), equipamiento e instalaciones especializadas, industria medioambiental.

Estas características inducen a hablar de biotecnologías (en plural) y no de biotecnología, aunque durante todo el trabajo se hará alusión a la biotecnología como la suma de estas nuevas tecnologías.

El potencial de la biotecnología, que aporta cada día más soluciones nuevas a problemas relativos al análisis y diagnóstico así como para la propuesta de nuevas moléculas que ofrecen rendimientos favorables en el sector agroalimentario y farmacéutico, ya sea la basada en la “antigua biotecnología” (potencial de la microbiología y la bioquímica) o en la “nueva biotecnología” (ADN recombinante, ...), parece indudable.

La situación española ante la presencia de este nuevo sector y su concepción dentro de un sistema de innovación es lo que a continuación se trata de identificar, con un acercamiento a cada uno de los elementos implicados.

3.1. Introducción general a las características del país

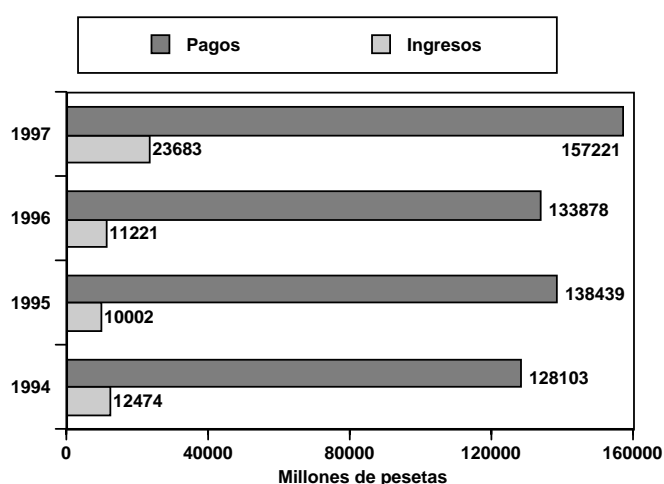
La evolución histórica española está caracterizada por la industrialización tardía del país, donde los años ochenta y noventa del siglo XX se revelan como vitales para el desarrollo de la economía nacional y del proceso de modernización. España, dentro del entorno europeo y según los estándares que se manejan dentro de la misma, puede considerarse como un país grande, como así reflejan ciertos indicadores: más de 39 millones de habitantes en 1997 (los últimos datos oficiales no provisionales de 1998 recogen 39,4 millones de habitantes), con más de 16 millones de personas activas (16,3) y un PIB de alrededor de 77.896 millones de pesetas, datos estos referidos también a 1997.

Sin embargo, es evidente, no sólo a nivel nacional sino también a nivel europeo, que el desarrollo económico de España, que empezó con el avance “tecnocrático” durante el régimen de Franco a final de los años cincuenta, tuvo lugar independientemente de las trayectorias del desarrollo científico, tecnológico y de innovación del país. Varios trabajos llevados a cabo internamente o en estudios comparativos a nivel europeo han mostrado la escasa relevancia del sistema de innovación español. Estos estudios se han realizado de forma individual (Sanz-Menéndez, 1997), o en el marco de proyectos nacionales, dentro de las actividades de instituciones privadas (Durán, 1999; Fundación Cotec, 1996 en adelante) o en los proyectos comparativos internacionales (Muñoz, 1999, Muñoz et al, 1998, 1999, 2000). Todos estos trabajos proporcionan suficientes evidencias empíricas, así como explicaciones políticas y análisis socio-histórico, para entender el “subdesarrollo” de España en términos tecnológicos y en comparación con otros países desarrollados.

A finales de los años sesenta España alcanzó la décima posición a nivel mundial como país industrializado, gastando sólo el 0,3 por ciento de su PIB en investigación y desarrollo -según los criterios e indicadores recogidos en el Manual de Frascati-. Al final de la década de los setenta y comienzos de los ochenta, una vez que la transición democrática se encontraba en pleno desarrollo tras la muerte de Franco, las actividades de investigación y desarrollo surgieron en la agenda política y se emprendieron grandes esfuerzos para modernizar el sistema de ciencia y tecnología. Estos esfuerzos tenían como metas principales: aumentar el tamaño del sistema, en lo que se refiere a recursos

económicos y humanos; fomentar la coordinación entre los diferentes ministerios y las actividades sectoriales, que ejecutaban las partidas presupuestarias, de los escasos recursos disponibles, de forma totalmente diferenciada e independiente; promover la conexión entre los generadores de conocimiento -las universidades, organismos públicos de investigación como el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)- y el sector industrial. Durante los últimos veinte años, estos esfuerzos han provocado algunos cambios y mejoras en los sistemas de investigación y desarrollo y de innovación españoles, una trayectoria positiva que también se ha producido por la integración de España en la Comunidad Europea. Los principales cambios se produjeron en aquellos subsectores de investigación donde la comunidad científica española ha sido capaz de aumentar de forma significativa el porcentaje de sus publicaciones a nivel mundial, indicador que ha alcanzado el 2,3 por ciento de las bases de datos como Scisearch y Pascal (datos de 1996) y que se situaba a principios de los años ochenta en el 0,8 por ciento. Sin embargo, ni el tamaño del sistema, ni la eficacia y eficiencia del propio sistema de investigación, ha logrado influir de forma positiva en el desarrollo económico e industrial del país, por lo menos en lo que se refiere al siglo XX. La valoración tecnológica de las empresas españolas en la década de los noventa, su nivel tecnológico, expresión basada en la balanza entre ingresos y pagos realizados por venta y adquisición de tecnología respectivamente (encuesta de transferencia tecnológica en la empresa) muestra un panorama desolador, con una evidente dependencia tecnológica del extranjero (véase figura 3.1).

Figura 3.1.- Evolución del nivel tecnológico de las empresas españolas (1994-1997)

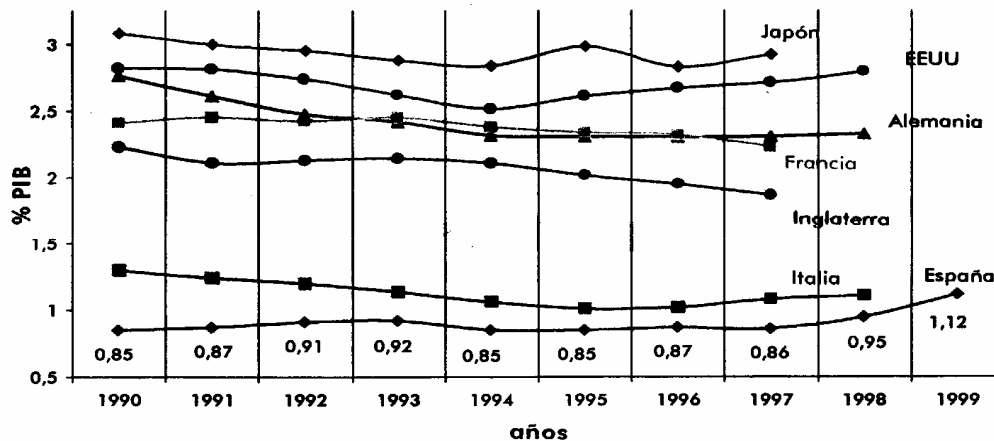


Fuente: Encuesta de transferencia tecnológica en la empresa. MINER.

La instantánea de los diferentes indicadores referidos a los años 1990 y 1998 (años en los que los datos se encuentran disponibles) puede servir como ejemplo para probar los argumentos anteriores. Los datos en investigación, desarrollo e innovación en España (de forma comparativa entre 1990 y 1998) se muestran en las tablas de 3.1 a 3.4 del Apéndice V.

Es más que reconocida por los distintos responsables de la política científica española de la década de los noventa la necesidad de incrementar los recursos económicos destinados a la I+D, recursos que en ningún momento han superado el 1% del PIB nacional. La excepción, 1999, consolida una evolución al alza del gasto en investigación y desarrollo (siempre en relación al porcentaje del PIB), aunque a partir de este año los datos ofrecidos pueden y deben ser revisados y matizados por el incremento del gasto militar contabilizado como I+D. Estos datos analizados dentro del contexto internacional nos sitúan muy lejos de la inversión y del esfuerzo económico que los países líderes en materia de ciencia y tecnología están dedicando a estas labores: Alemania, Francia e Inglaterra, invierten entre el 2 y el 2,5 del PIB, mientras EE.UU y Japón dedican entre el 2,5 y el 3% (véase figura 3.2).

Figura 3.2.- Gasto en I+D como % del PIB. (1990 - 1999). Comparación internacional

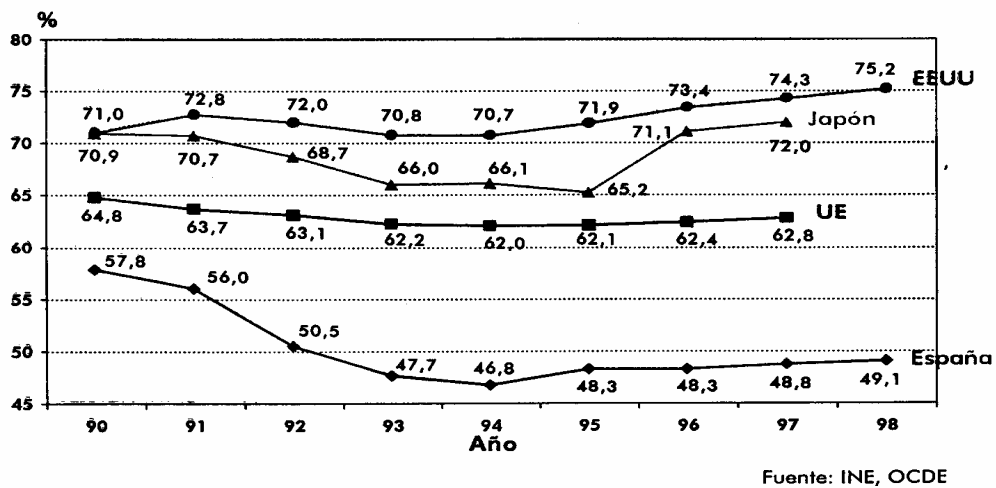


Fuente: OCDE

Este indicador de desarrollo económico y social (gasto en I+D) repercute en el desarrollo empresarial, en su capacidad de competitividad a través de la generación de conocimiento y del manejo de la tecnología de última generación. La inversión en I+D es percibida por las sociedades más avanzadas como inversión de futuro para alcanzar una posición de dominio en el mercado, globalizado, donde la economía ha traspasado

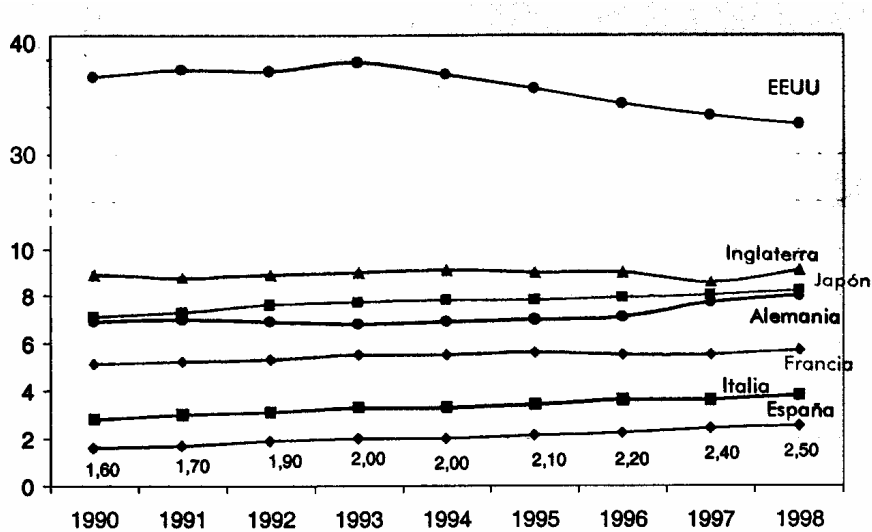
las barreras nacionales y se ha transnacionalizado. Sin embargo, la participación del tejido empresarial en la financiación de las actividades científicas refleja, de nuevo, un retraso del sistema español en comparación con los países más desarrollados. El porcentaje de ejecución empresarial del gasto en I+D en la década de los noventa apenas llega al cincuenta, aunque igualmente se aprecia una ligera evolución favorable (véase figura 3.3).

Figura 3.3.- Porcentaje de ejecución empresarial del gasto en I+D



La producción científica, no obstante, es uno de los pocos indicadores relacionados con la ciencia que muestra un crecimiento importante a nivel mundial, reivindicando cierto protagonismo en el concierto internacional. A pesar de ello, los datos siguen reflejando un gran distanciamiento con las grandes potencias (véase figura 3.4).

Figura 3.4.- Producción científica. Porcentaje de la producción mundial.



Algunos comentarios a esta situación

1. - El tamaño del sistema español de I+D ha aumentado, tanto en recursos económicos como humanos, como consecuencia de los esfuerzos que se han emprendido durante los últimos veinte años. Sin embargo, la importancia relativa del sistema con respecto a la riqueza económica del país no es creciente, más bien puede afirmarse que nos encontramos ante un proceso de “estancamiento” donde el porcentaje dedicado a ciencia y tecnología del Producto Interior Bruto (PIB) permanece estable, alrededor del 0,85-0,90.

2. - Los recursos humanos han crecido de forma más rápida y en mayor medida que los recursos económicos, produciendo, así, una tendencia decreciente en el gasto por investigador a jornada completa (uno de los indicadores utilizados de forma habitual en los análisis sobre el estado de la ciencia).

3. - El crecimiento del sistema español de I+D se ha concentrado principalmente en el sector de la Educación Universitaria. El sector público e industrial han mostrado un importante retroceso en el porcentaje del gasto.

4. - Los licenciados universitarios han aumentado drásticamente durante la última década, aunque este aumento es desigual entre las distintas especialidades (el mayor incremento se ha producido en las Ingenierías, Tecnologías y Ciencias Sociales, con un crecimiento más desacelerado y modesto en los campos de Ciencias Naturales y Humanidades).

5. - Sin embargo, los doctores se han concentrado en campos minoritarios si se tiene en cuenta el número de universitarios de primer ciclo (más del 50 por ciento de los doctores pertenecen al área de Ciencias Naturales y Matemáticas).

6. - El aumento de la proporción de publicaciones a nivel mundial por la comunidad científica española ha sido muy importante, pero esto no ha significado un aumento paralelo del número de patentes solicitadas: entre 1991 y 1996 se ha producido un marcado declive en la tasa de patentes.

7. - Con respecto a la identificación de fuerzas en el sistema de I+D español merece la pena resaltar y mencionar la alta relevancia de las publicaciones españolas en las bases de datos relacionadas con la biología y las ciencias médicas, indicador que evidencia el potencial científico nacional en ambas disciplinas dentro del contexto internacional y en comparación con otras bases de datos especializadas.

Por otro lado, la distribución del gasto en I+D por objetivos socioeconómicos, dentro de las limitaciones que ofrecen este tipo de indicadores, muestra la ausencia de un perfil definido de fuerzas en el paisaje de I+D e innovación español (véase tabla 3.1).

Tabla 3.1.- Distribución del gasto en I+D por objetivos socioeconómicos.

Objetivos socio económicos	% del gasto en I+D	
	1994	1998
Agricultura, selvicultura y pesca	8,1	6,5
Desarrollo industrial y tecnología	20,3	15,2
Energía	1,9	3,5
Infraestructura	-	-
Medio Ambiente	2,4	2,6
Salud (excepto contaminación)	5,4	4,6
Desarrollo social y servicios sociales	1,1	0,6
Tierra y atmósfera	7,9	5,3
Promoción del conocimiento	8,5	7,0
Espacio civil (excepto defensa)	1,9	1,2
Defensa	10,7	28,9
Sin especificar	32,2	24,6
TOTAL	100	100

3.2 Las acciones políticas del Gobierno Central en Biotecnología

3.2.1. Política general sobre Biotecnología desde 1980: la década de los ochenta, un primer paso.

La debilidad del Sistema Español de Investigación emerge como gran inconveniente ante cualquier esfuerzo por establecer las prioridades de I+D y en su relación con la planificación estratégica económica en España durante el fin de los años sesenta y el comienzo de los años setenta. Las iniciativas y los pasos dados desde 1980 hasta 1999 aparecen, en forma de resumen, en la tabla 3.2.

Tabla 3.2.-Evolución de la política nacional de I+D en biotecnología (1980 - 1999).

Años	Organismos implicados		Instrumento	Objetivos
	Decisor	Gestor		
1980 - 1981	Ministerio de Universidades e Investigación	Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT)	"Programas Especiales I+D"	- Creación de tecnologías para la resolución de problemas
1984	Ministerio de Educación y Ciencia	Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT)	"Programa Movilizador de Biotecnología"	- Desarrollo de técnicas - Definición de campos de interés - Nuevos centros - Nuevos "currícula" en universidades - Relación con sectores industriales - Formación
1988 - 1992		Secretaría General de I+D	"Programa de Biotecnología, I Plan Nacional de I+D"	- Desarrollo de ciencia básica - Formación
		Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI)	Proyectos concertados	- Actividades de innovación
1993 - 1995	Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT)	Secretaría General de I+D	Biotecnología, II Plan Nacional de I+D"	- Investigación básica - Infraestructura - Formación
		Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI)		- Actividad industrial - Conexión entre industria e investigación pública
1996 - 1999		Secretaría General de I+D	Biotecnología, III Plan Nacional de I+D"	- Investigación básica - Infraestructura - Formación
		Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI)		Demandas - Actividad industrial - Transferencia de ciencia y tecnología

Fuente: Elaboración propia

Los esfuerzos por priorizar la investigación en lo que se refiere a los objetivos trazados llegaron simultáneamente con los esfuerzos emprendidos a principio de los años ochenta por modernizar el sistema español de investigación e innovación. La Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica, CAICYT, se reestructuró en esas fechas y se adscribió al Ministerio de Universidades e Investigación durante dos años, 1979-1981, pasando al Ministerio de Educación y Ciencia en 1981, incorporada a la Secretaría de Estado de Universidades e Investigación como actor gubernamental principal para fomentar la investigación. La CAICYT empezó a trabajar en los “Programas Especiales de I+D” definidos en ese momento como “el conjunto coordinado y ordenado (sistematizado) de proyectos de investigación y de desarrollo tecnológico dirigidos a una meta común. Estos programas contribuirán, a través de la creación de las tecnologías requeridas para resolver los temas nacionales estratégicos (las prioridades) al progreso económico y social del país”.

Debido a los vaivenes políticos (la debilidad de los últimos gobiernos de la Unión de Centro Democrático -UCD-; la reorganización de las estructuras administrativas para la dirección de la investigación...), y a la falta de experiencia en la articulación y el engranaje de las prioridades de investigación, la puesta en práctica de los “Programas Especiales de I+D” requirió un largo camino. En la primavera de 1981, la resolución de 28 de mayo de 1981 (B.O.E. de 29 de junio) de la Secretaría de Estado de Universidades e Investigación creó el Programa de I+D (Programa Especial de Investigación y Desarrollo) adoptando la definición anterior, basado todavía en el modelo lineal de innovación. Un año después, en la Resolución de 21 de mayo de 1982 (B.O.E. de 9 de julio de 1982), un programa bajo el título “Aprovechamiento energético de la biomasa y de la agroenergética” había sido aprobado, realizándose la convocatoria de proyectos en dicha Resolución. Sin embargo, en el último Consejo de Ministros de 12 de agosto de 1982, próximo a la fecha de las nuevas elecciones, fueron aprobados otros siete programas. Entre ellos, uno fue dirigido a la biotecnología con el título “Biotecnología e Ingeniería Genética en el área de la Química Fina y productos farmacéuticos y sanitarios”. El resto de programas aprobados fueron: “Desarrollo de la Acuicultura en España en sus aspectos de crianza, nutrición y patología de especies marinas y continentales”, “Desarrollo de tecnologías ferroviarias y de transporte metropolitano”, “Física y Tecnología de Altas Energías en relación con el CERN”,

“Microelectrónica”, “Tecnología Oceánica” y “Robótica Industrial y Avanzada”. Las elecciones generales de octubre de 1982 hicieron fracasar el lanzamiento de las convocatorias de estos programas, salvo el correspondiente al Programa de “Acuicultura”, aprobada la Resolución el 21 de octubre de 1982.

El Partido Socialista ganó esas elecciones y decidió actuar intensamente en el campo de la investigación y el desarrollo como instrumento para conseguir la modernización del país, una meta perseguida por la acción política del primer período (1983-1986) del Gobierno Socialista.

Los nuevos administradores de la política científica y tecnológica decidieron volver a revisar los instrumentos estructurales y operacionales que ya existían, es decir la CAICYT y los “Programas de I+D”, para usarlos como una primera plataforma para la reforma del sistema. Esto exigió un trabajo analítico con respecto a las funciones de la CAICYT en su papel de coordinación de actividades de investigación y a la institucionalización de prioridades de la investigación. Uno de los primeros resultados de este período de análisis llevó a la evidencia de que la biotecnología era un área estratégica de interés para España, pero faltaron los recursos suficientes, económicos, industriales, e incluso humanos, para ajustarse a la definición de un “Programa de I+D”. En este mismo sentido, el déficit de capital humano vino dado, en los años ochenta, por una situación determinada: la mayoría de las disciplinas que han sido esenciales para la emergencia de la “moderna biotecnología” estuvieron ausentes en los planes de estudios académicos o en la agenda de investigación de las agencias financiadoras y de los centros públicos de investigación. La biología molecular, biología celular, genética molecular, inmunología, ingeniería genética, estuvieron faltas de cualquier reconocimiento académico o científico. Sólo microbiología y bioquímica poseían el reconocimiento oficial como disciplinas en facultades y escuelas de algunas universidades y de determinadas Sociedades Científicas. El esfuerzo llevado a cabo por los responsables del Ministerio de Universidades e Investigación para caracterizar a la comunidad científica a finales de los años setenta permitió la identificación de investigadores en estas disciplinas principales, elemento esencial para el desarrollo de la biotecnología. Esta identificación se realizó independientemente de la adscripción profesional de los investigadores en sus instituciones de origen.

Los resultados del análisis confirmaron la imposibilidad de desarrollar un programa de I+D en biotecnología en vista de los déficits que existían en recursos humanos y en infraestructura industrial. Esto condujo a los decisores políticos a introducir un nuevo instrumento en la agenda de la política científica y tecnológica, como fueron los “Programas Movilizadores”. Estos programas fueron elaborados para atraer el interés de la comunidad científica (y empresarial) hacia un área de relevancia estratégica juzgada como esencial para el desarrollo socioeconómico del país. Los programas, en sus inicios, fueron adoptados independientemente de las capacidades existentes, vistos como una apuesta de futuro y cuyas acciones propuestas serían susceptibles de futuros cambios y variaciones.

La tabla 3.3 muestra la distribución de los investigadores en tres disciplinas principales relacionadas con la biotecnología en 1980.

Tabla 3.3.- Distribución de investigadores por disciplina e instituciones

Instituciones	Disciplinas y número de investigadores		
	Biología molecular	Biología celular	Microbiología
Universidades	27	57	228
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)	34	26	37
Instituto de Investigaciones Agronómicas (INIA)	-	-	11
Instituto Nacional de Salud (INSALUD)	-	4	1
Otros	-	2	9
TOTAL	61	89	286
Fuente: Muñoz (1982, 1997)			

El Programa Movilizador para el Desarrollo de la Biotecnología, que se lanzó en 1984, contempló las siguientes acciones:

- Concentración de investigadores en núcleos de interés, para promover el desarrollo de técnicas -ingeniería genética, ingeniería bioquímica, microbiología industrial- o para fomentar la aplicación de la biotecnología a los campos de interés de relevancia política y económica.
- Definición de esos campos de interés. El programa avanzó con algunas sugerencias: mejora de cosechas, industria del vino, industria agroalimentaria, salud animal (peste porcina, brucelosis, ...), salud humana (alergia y vacunas).
- Creación de nuevos centros de investigación.
- Desarrollo en la Universidad de nuevos “curricula” en torno a la biotecnología, encuadrada en el marco de nuevas profesiones.
- Promoción de contactos y colaboraciones puntuales entre el CSIC y las Universidades Politécnicas.
- Acción concertada con el sector industrial (público y privado).
- Incorporación de investigadores jóvenes a grupos y centros de investigación y formación de personal investigador ligado a la biotecnología.

El Programa Movilizador en Biotecnología se estableció con un carácter plurianual, fórmula susceptible de evolución hacia un Programa de I+D bajo el condicionante de una mayor implicación empresarial en este campo (y de forma más activa) y la identificación y definición de sus objetivos comerciales.

El Programa Movilizador en Biotecnología no fue ideado para desarrollar una política industrial ni para promover la transferencia de tecnología. Su área de influencia se concentró en promover y estimular la investigación en el sector público, despertando el interés de negocio y de las empresas por realizar iniciativas en biotecnología. El resultado principal del Programa fue el aumento de proyectos de investigación en

biotecnología y el aumento de los recursos humanos e instituciones de investigación involucrados en este campo en cuanto a investigación y desarrollo.

Un primer acercamiento a la valoración y evaluación del impacto del programa puede realizarse observando la evolución de los Congresos (Reuniones Científicas) desde 1986 a 1990 (Muñoz, 1997). Esta aproximación puede servir como indicador del proceso de transformación del estado de la biotecnología. El número de participantes en 1986 (Primer Congreso Nacional de León) fue de 450, de 700 en el Segundo Congreso Nacional de Barcelona y de 650 en el Tercer Congreso Nacional de Murcia. El número de simposios aumentó pasando de dos en 1986 a 20 en 1988 y 15 en 1990.

Los temas de los Congresos también mostraron una tendencia al cambio, desde el predominio de aspectos básicos en el primer congreso mencionado a algo más técnicos y orientados en el último. Unas cuantas industrias participaron, como ponentes, en alguno de los simposios, prueba del cambio que se estaba produciendo.

3.2.2. Segunda etapa, el Plan Nacional de I+D y el Programa de Biotecnología.

El Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico ha representado el principal instrumento para la promoción del sistema de investigación español ligado a objetivos específicos, aplicándolos a una serie de líneas de actividad: Formación de Personal, Proyectos de Investigación, Infraestructuras, Acciones Especiales, Proyectos Concertados y de Apoyo a la transferencia de los resultados de la investigación (el subprograma PETRI). Las dos últimas líneas, los Proyectos Concertados y las acciones PETRI, fueron incorporadas para fomentar la colaboración entre el sistema público de investigación y el sector industrial. El primer instrumento, los Proyectos Concertados, fue dirigido por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) y consistió en la financiación de proyectos a las empresas, condicionados a la realización en colaboración con centros públicos de investigación o centros tecnológicos, mediante créditos a interés cero. En algunos casos los fondos fueron complementados con ayudas del Ministerio de Industria y Energía.

De 1988 a 1999 tres Planes Nacionales (PN) de I+D, de carácter plurianual, se han puesto en marcha.

El primer PN duró de 1988 a 1992 e incluyó 24 programas, entre ellos uno específico de Biotecnología y dos más de Salud y Farmacia respectivamente, así como otros dos en el sector de la Agroalimentación: Investigación Agrícola y Tecnología de los Alimentos, todos ellos relacionados con la biotecnología.

El segundo PN (1993-1995) redujo el número de programas de 24 a 14, con uno específico de Biotecnología, uno de Salud y Farmacia y uno de Tecnología de los Alimentos y Ciencias Agrarias.

El tercer PN (1996-1999) revisó los objetivos de los dos Planes Nacionales anteriores y fue diseñado para cambiar el sistema inicial de potenciación de la investigación por un modelo ligado a la demanda. El número de programas se extendió a 19, incluyendo uno de Biotecnología y otros tres con temáticas relacionadas: Salud, Tecnología de la Alimentación, Investigación y Desarrollo Agronómico.

El Programa de Biotecnología aparece como uno de los más importantes en lo que se refiere a la financiación, especialmente en la línea de actividad identificada como infraestructura. Ocupa la quinta posición en la línea de actividad de proyectos de investigación (9% de los recursos del PN en el período 1988-95) y el séptimo lugar en la línea de proyectos concertados.

Tabla 3.4.-Distribución de los recursos destinados al Programa de Biotecnología según tipo de actividad. Análisis comparado.

		Todos los Programas					Programa de Biotecnología			
		Total	PI	INF	PC	PETRI	PI	INF	PC	PETRI
Plan Nacional (PN) y años		Millones de pesetas					% de fondos Planes Nacionales			
PN - I	88 - 92	73.809	32.512	12.695	27.254	1.348	8.6	24.1	7.3	7.3
PN - II	93 - 95	41.663	21.397	8.669	10.832	765	8.9	14.2	5.1	14.2
PI = Proyectos de Investigación; INF = Infraestructura; PC = Proyectos Concertados ; PETRI = Acciones PETRI										
Fuente: CDTI; Geografía de la Innovación, 1999. Elaboración propia										

Una primera apreciación de la importancia del Programa de Biotecnología con respecto a los recursos empleados en los primeros planes aparece en la tabla 3.4.

El IV Plan Nacional (2000-2003) se ha puesto en marcha en el año 2000 y la Biotecnología aparece como una de las áreas estratégicas.

3.2.3. El Programa de Biotecnología. Un análisis detallado.

Como se ha visto, el Programa de Biotecnología ha sido una constante en los tres Planes Nacionales de I+D, aunque sus objetivos variaron ligeramente de uno a otro. A continuación se ofrece una revisión de los mismos a través del repaso a las diferentes convocatorias.

Los objetivos de las convocatorias del Programa Nacional de Biotecnología. 1988-2000.

La primera convocatoria del Programa Nacional de Biotecnología correspondiente al Primer Plan Nacional, llevada a cabo en 1988, como ayudas para la realización de actividades de investigación y desarrollo experimental, aparece publicada en el BOE del martes 22 de marzo del mismo año. El objeto es “tratar de promover aquellas actividades de investigación y desarrollo experimental que se orienten al cumplimiento de los objetivos señalados en el Programa”. Dichos objetivos, señalados como prioritarios, fueron:

1. Investigación básica orientada a biotecnología

- Desarrollo de sistemas de manipulación genética en organismos de interés en Biotecnología.
- Desarrollo de cultivos de células animales y vegetales en relación con su potencial aplicación en biotecnología.
- Desarrollo de procesos bioquímicos y enzimáticos de potencial aplicación en biotecnología.

2. Agricultura y alimentación

- Cultivos celulares y tisulares como medio de mejora.
- Ingeniería genética en plantas y animales de interés agrícola, forestal y ganadero.
- Ingeniería genética de microorganismos implicados en nutrición de plantas.
- Ingeniería genética de microorganismos implicados en procesos agroalimentarios.
- Utilización de enzimas y células en procesos alimentarios y de utilización de subproductos (Bioreactores).
- Sistemas de diagnosis a nivel molecular en fitopatología y patología animal.
- Mejora de procesos de fermentación (vinos, lácteos, bebidas fermentadas).
- Mejora de cultivos microbiológicos de arranque (starters).
- Bioconversión de materiales lignocelulósicos.
- Plaguicidas de origen biológico.
- Aplicación de técnicas de DNA recombinante a la interacción huésped patógeno en plantas y animales y de interés agrícola, forestal y ganadero.

3. Biodegradación y Control de Polución

- Biotransformación de residuos y efluentes.
- Biodepuración de agua.
- Lagunación para biodepuración de aguas.
- Eliminación de metales pesados y tratamiento de residuos industriales.

4. Salud Pública

- Antibióticos de nueva generación.
- Tecnología de anticuerpos monoclonales.
- Vacunas, reactivos de diagnóstico, antígenos y alérgenos.
- Proteínas hemáticas.
- Neuropeptidos, proteínas y enzimas.

5. Industria

- Aplicación de microorganismos a la lixiviación de minerales.
- Recuperación de metales.

- Producción de ácidos orgánicos y aminoácidos.
- Bioconversión.

6. Socioeconómicos y jurídicos

- Aspectos jurídicos relacionados con la protección (derechos de propiedad, etc), así como de reglamentación para la aplicación de productos y organismos obtenidos por Biotecnología moderna.
- Demanda y oferta de cualificación científica y técnica en las Empresas biotecnológicas.
- Mercado de productos biotecnológicos: situación y perspectivas especialmente en España.
- Aceptación social de la Biotecnología.

En esta convocatoria se observa un gran esfuerzo por identificar todos aquellos campos de aplicación biotecnológica, incluyendo las repercusiones económicas y sociales derivadas de la misma. Por ello, la “priorización” realizada puede resultar, tras su análisis, excesivamente extensa. Hay que mencionar que la biotecnología, en esos momentos, era un campo casi desconocido en España para la gran mayoría de los científicos, no existían empresas nacionales operando y aplicando los avances tecnológicos de la biotecnología (o por lo menos no se identifican con los nuevos desarrollos biotecnológicos, aunque las técnicas aplicadas actualmente se considerarían como tales) y la población era una profunda desconocedora de su existencia.

Igualmente debe resaltarse el empleo del término “biotecnología moderna” en alusión directa a los organismos modificados genéticamente, diferenciando pues, desde el primer momento, la clásica biotecnología, basada en los procesos de fermentación, etc, de la nueva concepción.

A partir de este año, el Programa Nacional de Biotecnología está presente en las ayudas a la investigación de los sucesivos Planes Nacionales. La convocatoria de 1989 se publica en el B.O.E. del martes 14 de febrero del mismo año, y los objetivos prioritarios, ya especificados como científico-técnicos, no son modificados, a excepción de la desaparición de los aspectos socioeconómicos y jurídicos.

En el año 1990, los objetivos científico-técnicos prioritarios recogidos en el B.O.E. del martes 30 de enero de 1990 fueron:

1. Agricultura y alimentación

- Cultivos celulares y tisulares como medio de mejora.
- Ingeniería genética de plantas y de microorganismos asociados (simbióticos, patógenos y con interés en control biológico)
- Ingeniería genética de animales de interés agrícola, forestal y ganadero.
- Ingeniería genética de microorganismos implicados en procesos agroalimentarios.
- Sistemas de diagnóstico a nivel molecular en fitopatología y patología animal.

2. Sanidad animal y humana

- Antibióticos de nueva generación.
- Desarrollo de nuevas vacunas.
- Desarrollo de nuevos procedimientos diagnósticos.

3. Industria

- Biotransformaciones.
- Desarrollo, operación y control de biorreactores avanzados.
- Desarrollo de nuevos procesos de separación y purificación.
- Aplicaciones de la informática avanzada a la biotecnología.

4. Biodegradación y control de contaminación

- Tratamientos avanzados de aguas residuales.
- Biodegradación de sustancias tóxicas en residuos industriales.

Como se puede observar en comparación con los objetivos de 1988, esta nueva convocatoria acuña términos íntimamente relacionados con campos existentes en la actualidad dentro de la biotecnología, como sanidad animal y humana –en sustitución de salud pública-. Además, desaparece el objetivo, muy amplio, de “investigación básica

orientada a biotecnología”, ya que entiende que el objeto mismo del programa es la investigación en este sector.

Determinados objetivos priorizados en 1988 ligados a técnicas focalizadas evolucionan hacia fórmulas menos restrictivas y concretas e incluyen nuevos aspectos derivados de los avances científicos, como es el caso de los explicitados bajo el epígrafe “Industria”, donde ya aparecen las aplicaciones informáticas.

En la convocatoria de 1991 (B.O.E. del sábado 29 de diciembre de 1990) se incluyó de nuevo como objetivo prioritario, apareciendo en primer lugar, la “investigación básica orientada a la Biotecnología”, retomando el existente en 1988 y 1989, en cuatro aspectos:

- Desarrollo de sistemas de manipulación genética en organismos de interés en Biotecnología.
- Desarrollo de cultivo de células animales y vegetales en relación con su potencial aplicación en Biotecnología.
- Desarrollo de procesos bioquímicos y enzimáticos de potencial aplicación en Biotecnología.
- Ingeniería de proteínas.

Los epígrafes de “Agricultura y alimentación”, “Sanidad animal y humana”, “Industria” y de “Biodegradación y control de contaminación” contienen los mismos objetivos que la convocatoria anterior.

La convocatoria del Programa de Biotecnología de 1992 (B.O.E. del jueves 17 de octubre de 1991) se asemeja, en lo que se refiere a los objetivos, a la de 1990. Las diferencias son:

- Desaparecen dentro del apartado “1. Agricultura y alimentación”, los siguientes objetivos:
 1. “1. Cultivos celulares y tisulares como medio de mejora”.
 2. “3. Ingeniería genética de animales de interés agrícola, forestal y ganadero”.

- El apartado “4. Biodegradación y control de contaminación” de la convocatoria de 1990 pasa a denominarse en 1992 “Medio Ambiente”, en el que además de los dos objetivos existentes se incluye un tercero, “Desarrollo y evaluación de modelos para la diseminación de organismos vivos”.

Así pues, se vuelve a la estructura de 1990, con una reducción en el número de objetivos seleccionados, que quedaría a partir de este momento con cuatro grandes grupos: “Agricultura y alimentación”, “Sanidad animal y humana”, “Industria” y “Medio ambiente”.

Ya en el segundo Plan Nacional, la estructura y objetivos de la convocatoria de 1993 (B.O.E. del miércoles 14 de octubre de 1992) es la misma que la del año anterior, salvo algunos matices:

- En los objetivos sobre “Agricultura y alimentación”
 1. El objetivo “3. Sistemas de diagnóstico molecular en fitopatología” es sustituido por “Aplicaciones de la biología molecular al análisis de plantas (variedades y patologías), materias primas y productos agroalimentarios”.
- En “Sanidad animal y humana”
 1. El objetivo “1. Antibióticos de nueva generación” se matiza con “Desarrollos de nuevos fármacos mediante técnicas de ingeniería genética”.
 2. En el “3. Desarrollo de nuevos procedimientos de diagnóstico” se añade “(enzimas, anticuerpos, sondas génicas, biosensores, etc.)”.
- En “Industria”
 1. En el objetivo “1. Biotransformaciones” se añade “Diseño de nuevas enzimas”.
 2. En el “2. Desarrollo, operación y control de biorreactores avanzados” se añade “Diseño de nuevos biosensores para la industria”.

- En “Medio Ambiente”
 1. El Objetivo “2. Biodegradación de sustancias tóxicas en residuos industriales” es sustituido por “2. Desarrollo de procesos para el aprovechamiento o biodepuración de residuos industriales”.

Aunque a priori puedan parecer muchas las modificaciones realizadas entre ambas convocatorias (1992-1993) sólo se trata de pequeñas matizaciones, que no afectan, en absoluto, a los objetivos esenciales.

Los objetivos científico-técnicos prioritarios contenidos en las convocatorias de 1994 (B.O.E. del viernes 21 de mayo de 1993) y de 1995 (B.O.E. del miércoles 20 de julio de 1994) no sufrieron modificación alguna, por lo que puede decirse que los objetivos marcados en los distintos Programas Nacionales de Biotecnología del II Plan Nacional de I+D fueron los mismos.

Esta constatación empírica documental lleva a la afirmación de que el Plan Nacional 1993-1995, convertido en herramienta estratégica de apoyo a la investigación y desarrollo generado en el ámbito del sistema público, no ha modificado, en lo que respecta a la Biotecnología, sus objetivos, afirmación que deriva en una reflexión sobre el esfuerzo realizado en la elaboración de las políticas existentes. Las dudas, al menos razonables, emergen sobre la implicación y responsabilidad de los decisores en la mejora del programa: ¿son los objetivos tan adecuados a la situación del momento como para no introducir cambios significativos en los mismos?, la priorización de éstos, ¿se realiza atendiendo a criterios objetivos y a intereses de carácter nacional?.

En cualquier caso, parece que el gran esfuerzo realizado con la introducción de la figura del Plan Nacional en el contexto de la investigación española y de su incidencia en el desarrollo económico y social del país no fue acompañado por un esfuerzo de igual características en el establecimiento de los objetivos y prioridades y en la realización de evaluaciones periódicas de los mismos -con el fin último de mejorar el sistema-, funcionamiento que responde, al menos durante el segundo Plan Nacional, al principio de “inercia”.

Esta tendencia de involución o “evolución limitada” del sistema en lo que se refiere al Programa Nacional de Biotecnología tiene un marcado punto de inflexión en la convocatoria de 1996 (B.O.E. del viernes 29 de septiembre de 1995), que supone un salto cualitativo y cuantitativo en lo que se refiere a los objetivos trazados en dicho programa, a su elaboración, selección y ponderación. Este sería el último Plan Nacional y Programa de Biotecnología elaborado por el PSOE en el Gobierno, meses antes de que el Partido Popular ganara sus primeras elecciones el 4 de marzo de 1996.

El III Plan Nacional establece dos modalidades de proyectos: modalidad A, para la generación de conocimiento científico y tecnológico que contribuya al desarrollo productivo de España; modalidad B, orientados a la aplicación tecnológica a corto plazo que contribuyan a la mejora de la competitividad.

Respecto al Programa Nacional de Biotecnología, los cuatro grandes epígrafes se siguen manteniendo, incluyendo como novedad el cambio terminológico de “Industria” por “Ingeniería de procesos biotecnológicos” (lo que actualmente se conoce como bioprocesos). Además, a cada uno de ellos se les atribuye un porcentaje de dedicación del total de recursos asignados al conjunto del Programa, estableciendo una auténtica priorización no sólo en la explicitación y citación de objetivos sino en el peso que cada uno de ellos tiene sobre el total. Así quedaron establecidos los porcentajes: Agroalimentación (35 por 100), Sanidad humana y animal (20 por 100), Ingeniería de procesos biotecnológicos (30 por 100) y Medio Ambiente (15 por 100).

La asignación, correcta o no, de estos porcentajes en relación a las necesidades del país -de investigación científica y desarrollo tecnológico- no es objeto de análisis en este estudio (además de por las grandes dificultades que supone realizar un análisis de estas características entre los grandes expertos nacionales, intentando llegar a una plataforma de consenso, por la dificultad de acceso a una información “objetiva” de los decisores públicos que adoptaron en ese momento las medidas mencionadas, donde el entorno, socioeconómico y político, ejerce gran influencia y presión), por lo que debe entenderse como lo más significativo e importante la propia acción, innovadora, de ponderación de objetivos en la convocatoria.

Además, se incluyen otros criterios, todos ellos importantes y novedosos, en la priorización de los “objetivos” y en la valoración de proyectos, como son: instrumentos que se deben utilizar para cada objetivo, la formulación de proyectos coordinados con determinados grupos que “aseguren” la consecución de los objetivos inicialmente propuestos en la investigación, el desarrollo de sistemas determinados, de nuevos métodos, etc. Se utiliza, por vez primera en un Programa de Biotecnología, las expresiones “transgénicos” y “organismos modificados genéticamente”.

Debido al carácter novedoso de la convocatoria, se considera oportuno la reproducción literal del texto completo de la misma, de tal manera que se puedan apreciar las diferencias significativas existentes con los programas anteriores. Ésta aparece en el Apéndice VI.

Ya con el Partido Popular (PP) en la responsabilidad de gobierno se abre un período de incertidumbre en relación al apoyo, político y económico, que el nuevo gobierno puede dar al sistema científico nacional. Sin embargo, todos los “discursos oficiales” iniciales sobre la política de I+D a desarrollar en España parecen vislumbrar una apuesta decidida del gobierno por la investigación científica y desarrollo tecnológico como vector de crecimiento económico del país. De esta forma, esperanzadora, se afronta la convocatoria de 1997 (B.O.E. del jueves 7 de noviembre de 1996), que junto con la de 1998 (B.O.E. del viernes 7 de noviembre de 1997) mantiene los mismos objetivos que los seleccionados para el Programa de 1996. La única diferencia de estas dos convocatorias con la primera es la ausencia de la explicitación de los porcentajes de dedicación a cada uno de los campos (agroalimentación, sanidad humana y animal, ingeniería de procesos biotecnológicos y medio ambiente) y los instrumentos a utilizar.

Las expectativas levantadas inicialmente por el PP de dotar de más recursos económicos y de mayor agilidad y flexibilidad al sistema de ciencia y tecnología español no se ven, en principio, cumplidas. En lo que respecta a la biotecnología, no se aprecia modificación alguna en la articulación de las prioridades.

En el Programa de 1999, el último del III Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (B.O.E. del miércoles 16 de diciembre de 1998), las prioridades establecidas siguen siendo las mismas y se incorpora como novedad, siguiendo la

corriente existente en los países más desarrollados de Europa y de EE.UU, la investigación genómica, con el objetivo de fomentar la incorporación de grupos de investigación a las áreas temáticas “Tecnologías de análisis genómico” y “Desarrollo de tecnologías para la identificación de nuevos genes implicados en enfermedades y su utilización como dianas en el diseño de estrategias diagnósticas y terapéuticas”.

Ya en el IV Plan Nacional (2000-2003), y de forma general, los conceptos de investigación y desarrollo siguen ligados al crecimiento económico, a la competitividad, a la calidad de vida, al empleo, ..., donde la innovación tecnológica emerge como un nuevo concepto directamente asociado al desarrollo económico.

El tipo de proyectos financiables en este plan se ajusta a cuatro modalidades (dos en el Plan anterior, según se pudo apreciar), que quedan de la siguiente manera: modalidad P1, proyectos de investigación científica, correspondientes al área de investigación básica no orientada; modalidad P2, proyectos de investigación básica orientada en las áreas de los Programas Nacionales; modalidad P3, proyectos de investigación aplicada; modalidad P4, proyectos de I+D en cooperación entre los distintos agentes participantes en las actividades de investigación y desarrollo del país.

La convocatoria de 2000, que aparece en el B.O.E. el miércoles 8 de marzo del mismo año justo antes de producirse unas nuevas elecciones generales, elecciones que ganaría de nuevo el PP esta vez con mayoría absoluta, representa un nuevo cambio en la articulación y contenido del Programa Nacional de Biotecnología, donde la genómica y proteómica es objeto de una convocatoria independiente. Los objetivos trazados son:

1. Biotecnología aplicada al diagnóstico y análisis
 - 1.2 Desarrollo de nuevas tecnologías moleculares de diagnóstico y análisis para el sector agroalimentario.
 - 1.3 Desarrollo de nuevos métodos moleculares de detección de microorganismos y virus.
 - 1.4 Desarrollo de tecnologías para la identificación de genes humanos implicados en patologías.
 - 1.5 Identificación de nuevos compuestos dirigidos a modificar la actividad de proteínas relacionadas con biotecnología animal o vegetal o con biomedicina.

2. Organismos transgénicos de interés en biotecnología
 - 2.1. Modificación genética de especies animales.
 - 2.2. Utilización de organismos modificados genéticamente para el estudio y tratamiento de patologías.
 - 2.3. Modificación genética de especies vegetales de interés socioeconómico.
 - 2.4. Modificación genética de microorganismos para su conversión en “factorías celulares”.
 - 2.5. Estudios sobre la bioseguridad de organismos modificados genéticamente.

3. Diseño y optimización de procesos biotecnológicos
 - 3.1. Diseño de nuevos sistemas de producción.
 - 3.2. Diseño de herramientas de biocatálisis.
 - 3.3. Diseño de procesos biotecnológicos de aplicación en el sector agroalimentario.
 - 3.4. Procesos de interés en salud o veterinaria.
 - 3.5. Procesos biotecnológicos para el sector medioambiental.

4. Biotecnología y sociedad
 - 4.1. Aspectos éticos de la investigación biotecnológica respecto al genoma humano, análisis genético, xenotransplantes, experimentación animal, organismos modificados genéticamente, clonación o células pluripotenciales.
 - 4.2. Percepción pública de la biotecnología.
 - 4.3. Evaluación y prospección socioeconómica.
 - 4.4. Aspectos legales y de políticas públicas.

5. Investigación genérica en biotecnología
 - 5.1. Caracterización de genes y circuitos reguladores de potencial utilización en la generación de organismos transgénicos.
 - 5.2. Identificación y caracterización molecular de mecanismos responsables de las propiedades patógenas de microorganismos y virus.
 - 5.3. Análisis estructural de macromoléculas biológicas, de las interacciones moleculares y de la relación entre estructura y función.
 - 5.4. Bioinformática.

Esta nueva respuesta de los decisores públicos está marcada por las tendencias europeas en investigación biotecnológica, incorporándose España, aunque de forma tardía, a la corriente existente. Además, queda patente en la convocatoria la evolución de la investigación hacia el servicio de la industria y de la sociedad, ligando los esfuerzos de la comunidad científica –pública- al desarrollo industrial del país. El desarrollo de procesos industriales de aplicación a los sectores implicados en la nueva biotecnología, sector agroalimentario, de salud –humana y animal- y medioambiental, es clara muestra de la búsqueda de aplicabilidad de las investigaciones a financiar.

La aplicación de las nuevas tecnologías (nuevas biotecnologías) a los procesos y productos y la incorporación de éstos al mercado provocan diversas reacciones que generan tensión y conflicto en su aceptación. Las pautas de conducta y actuación individuales del consumidor –independientemente de la posición ocupada en la cadena de fabricación y distribución (consumidor final, distribuidor, etc)- se ven influidas e influenciadas por distintos agentes sociales, convertidos en grupos de presión, que tratan de crear una opinión pública generalizada en contra de los transgénicos, término que en innumerables ocasiones se utiliza como sinónimo de biotecnología. Estos grupos de presión están liderados por asociaciones del “movimiento verde”.

De esta forma los administradores de la política científica del Programa Nacional de Biotecnología perciben la necesidad de incorporar un aspecto de la investigación biotecnológica que contemple la relación de las nuevas biotecnologías con la sociedad, ya que el éxito de las nuevas actividades económicas dependerá, inexcusablemente, de la aceptación social. La biotecnología entendida como factor productivo de primera magnitud constituirá nuevas oportunidades de negocio, con la correspondiente creación de empleo, si la sociedad es capaz de entender y percibir su potencial beneficio. El apartado 4 de la convocatoria de 2000 camina en esta dirección.

Todas las referencias realizadas toman en consideración únicamente los Programas Nacionales de Biotecnología integrados en los Planes Nacionales correspondientes. Sin embargo, se financiaron otros muchos proyectos de investigación directamente relacionados con la biotecnología incluidos en otros Programas Nacionales, como en el de Tecnología de Alimentos, I+D Agrario, o I+D en Medio Ambiente. Estos, identificados como “proyectos biotecnológicos” por los responsables, coordinadores y

gestores de los distintos Programas, sí han sido tomados en consideración en los indicadores elaborados sobre la financiación, datos que aparecen en el apartado siguiente.

Los Programas Nacionales en números. 1988-1998.

En el primer Plan Nacional (1988-1992), fueron financiados 350 proyectos dentro del Programa de Biotecnología, con un total de 7.920 millones de pesetas y con la siguiente distribución según líneas de actividad: 38% a proyectos de investigación, 35% a proyectos de desarrollo tecnológico y 27% a proyectos concertados.

La distribución según los objetivos explicitados en el primer Plan Nacional (investigación básica, agricultura y alimentación, biodegradación y control de la polución, industria, y salud humana y animal) aparece en la tabla 3.5.

Tabla 3.5.- Distribución de proyectos y recursos según objetivo. I Plan Nacional.

Objetivo	Proyectos de investigación		Proyectos Concertados		Proyectos de Desarrollo Tecnológico		Total	
	Númerc	Fondos (%)	Número	Fondos (%)	Número	Fondos (%)	Número	Fondos (%)
Investigación básica	48	19.6	-	-	-	-	48	7.4
Agricultura y Alimentación	63	25.5	6	8.3	3	5.7	72	13.9
Biodegradación y control de la polución	41	13.8	16	25.2	19	37.7	76	25.3
Industria	33	13.6	9	20.1	20	35.4	62	23.0
Salud humana y animal	65	27.5	17	46.4	10	21.2	92	30.4
Total	250	100	48	100	52	100	350	100

Fuente: Geografía de la Innovación, 1999. Elaboración propia

En tres de ellos se concentraron el 80% de los fondos. “Agricultura y alimentación”, objetivo que obtuvo un número importante de proyectos financiados durante este primer Plan, queda relegado a un segundo plano en lo que se refiere a la financiación, lo que evidencia proyectos más baratos que en el resto de campos.

La distribución de los fondos del Programa de Biotecnología por Comunidades Autónomas (88-92) muestra a Cataluña y Madrid en primer lugar, con el 36 y el 31% de los fondos respectivamente, seguidas de Castilla-León (9%) y Andalucía (8%).

En el segundo Plan Nacional (1993-1995) el Programa de Biotecnología financió 212 proyectos por un importe de 3.689 millones de pesetas y se redujo a cuatro objetivos (Agricultura y Alimentación, Salud, Industria y Medio Ambiente), cuya proporción en la distribución muestra una gran concentración en los tres primeros (tabla 3.6).

Tabla 3.6.- Distribución de proyectos y recursos según objetivo. II Plan Nacional.

Objetivo	Proyectos de investigación		Proyectos Concertado		Proyectos de Desarrollo Tecnológico		Total	
	Número	Fondos (%)	Número	Fondos (%)	Número	Fondos (%)	Número	Fondos (%)
Agricultura y Alimentación	88	44.8	3	21.6	1	14.2	92	35.9
Salud	44	24.3	5	42.9	9	79.8	58	35.9
Industria	38	21.7	3	35.5	1	25.0	42	22.1
Medio Ambiente	20	9.2	-	-	-	-	20	6.1
Total	190	100	11	100	11	100	212	100
Fuente: Geografía de la Innovación, 1999. Elaboración								

En este segundo Plan Nacional el objetivo de “Agricultura y Alimentación” de los Programas Nacionales de Biotecnología correspondientes goza de gran protagonismo, tanto en lo que se refiere al número de proyectos como en la financiación recibida, aunque al igual que en el anterior Plan Nacional los proyectos siguen siendo más “baratos”. Esta tendencia a una mayor financiación de la investigación biotecnológica

en agricultura puede encontrar su explicación en la cultura tradicional agrícola de España y la importancia del sector en la economía nacional. Además, en estos años no existían apenas reacciones en contra de las aplicaciones biotecnológicas al campo, y el ambiente social creado favorecía este tipo de investigaciones.

Sin embargo, no es posible encontrar una variable explicativa de este proceso de concentración, donde no puede realizarse la asunción de que estos resultados respondan a la propia acción estratégica de priorización de las políticas implementadas. La ausencia de parámetros estandarizados y de ratios de aplicación a cada uno de los objetivos generales explicitados en las convocatorias, en la consecución de objetivos específicos, impiden cualquier aproximación al respecto. Sí debe considerarse, en cualquier caso, la existencia de una comunidad científica que se ha convertido históricamente en grupo de presión, “dirigiendo”, según sus propias necesidades, la política de ciencia y tecnología nacional.

Cabe mencionar el incremento del número de proyectos de investigación comparado a los otros dos instrumentos relacionados a las políticas industriales y tecnológicas y a la promoción. La distribución geográfica también muestra las diferencias marcadas con Cataluña, que baja su proporción hasta el 24%, con un aumento notable de Andalucía (20%). Madrid se sitúa en primer lugar con el 36% del total de la financiación y Castilla-León mantiene su protagonismo (6%).

A pesar de los comentarios realizados anteriormente sobre la dificultad de afirmar y de asumir que los resultados obtenidos en la distribución de recursos por objetivos son un efecto directo del establecimiento de prioridades y no de la propia acción de la comunidad científica cuyas pautas de actuación no responden, en muchos casos, a los criterios pautados, la priorización realizada en la convocatoria del Programa de Biotecnología de 1996, correspondiente al primer año del III Plan Nacional, donde el mayor porcentaje de dedicación es para el objetivo de la “agroalimentación”, con el 35 por ciento, es una prueba de la importancia otorgada por los responsables de la política científica del país del momento al campo de la agroalimentación -donde se ha podido observar, a través de los datos ofrecidos por los dos planes nacionales anteriores, una tendencia de crecimiento en el peso absoluto y relativo de este campo respecto al total-.

Analizando los proyectos de investigación financiados en el Programa de Biotecnología durante el III Plan Nacional, período 1996-1998 (los datos del último año del Plan Nacional no están disponibles, por lo que no se han podido incorporar al estudio) se sigue observando un ligero aumento, respecto a los datos generales del II Plan, de la agroalimentación, tanto en el número de proyectos como en la financiación recibida. Los datos totales del trienio son de 157 proyectos financiados, que suman 2.225, 5 millones de pesetas, con la distribución según objetivo que se muestra en la tabla 3.7.

Tabla 3.7.- Número de proyectos y financiación del Programa Nacional de Biotecnología (1996-1998)				
Objetivo del Programa	Nº proyectos	% Proyectos	Financiación (miles pts. corrientes)	% Financiación
Agroalimentación	57	36.3	826.760	37.1
Sanidad humana y animal	41	26.1	569.643	25.6
Ingeniería de procesos	46	29.3	649.845	29.2
Medio ambiente	13	8.3	179.258	8.1
Total	157	100	2.225.506	100
Fuente: proyectos PNB 1996-1998, elaboración propia.				

Como puede observarse el porcentaje de proyectos financiados y de recursos obtenidos en “Agroalimentación” se ajusta en gran medida al porcentaje establecido en la convocatoria de 1996 (35%), igual que en “Ingeniería de procesos” (30%), lo que parece indicar un cumplimiento de los objetivos marcados. Los únicos resultados disonantes se encuentran en el aumento del peso de “Sanidad humana y animal” –pasa del 20% de la convocatoria al 26% real financiado- en detrimento de “Medio ambiente” –15% versus 8%-.

La distribución por CC.AA. nos ofrece un panorama similar al anterior Plan en lo que se refiere a la posición ocupada en el ranking de obtención de recursos públicos dedicados a la investigación en biotecnología, si bien se aprecian tendencias de concentración cada vez más fuertes. Así, Madrid aumenta su presencia de forma significativa, con el 40,1% de los proyectos y el 45,3% de los fondos, Cataluña, que sigue en su línea descendente, obtiene el 16,6% de los proyectos y el 18,2% de los fondos, Andalucía, con el 15,3% y el 12,4%, también manifiesta una evolución negativa, mientras Castilla-León, con el

7,6% y el 8% y la Comunidad Valenciana, con el 6,4% y el 6,3% respectivamente, mantienen su cuota de participación. Sólo el 14% de los proyectos y algo menos del 10% de la financiación queda distribuida por el resto del territorio nacional (diez comunidades autónomas).

3.2.4. Políticas tecnológicas y de financiación.

El Plan de Actuación Tecnológica Industrial (PATI) y la Iniciativa de Apoyo a la Tecnología, la Seguridad y la Calidad Industrial (ATYCA)

El Ministerio de Industria y Energía ha contado entre sus instrumentos con el Plan de Actuación Tecnológico Industrial (PATI) entre los años 1991-1996 –en dos períodos trianuales: 1991-1993, denominado PATI I; y 1994-1996, PATI II-, entendido como estrategia para la potenciación y mejora de la competitividad de las empresas industriales españolas mediante subvenciones a proyectos o actuaciones concretas.

Englobados en el Plan de Actuación general (PATI) se aprobaron Planes (subplanes) especialmente dirigidos a sectores determinados, como el Plan de Desarrollo Tecnológico en Biotecnologías, Tecnologías Químicas y Tecnologías de Materiales (BQM), cuyas líneas prioritarias de actuación quedan relegadas a la consecución del objetivo general del PATI: el aumento de la capacidad competitiva del tejido industrial español.

A partir de 1997 y como consecuencia de la desaparición del Plan anteriormente citado surge, desde el Ministerio de Industria y Energía, la Iniciativa ATYCA, Iniciativa de Apoyo a la Tecnología, la Seguridad y la Calidad Industrial para impulsar el desarrollo tecnológico, la innovación, la seguridad, la calidad y el medio ambiente industrial de las empresas españolas.

Esta iniciativa se estructura en dos programas: El Programa de Fomento de la Tecnología Industrial y El Programa de Calidad y Seguridad Industrial. Dentro del primero de ellos aparece el área de “Biotecnologías, Tecnologías Químicas y Tecnologías Alimentarias” como área para promover actuaciones o proyectos empresariales de I+D. Los objetivos se dirigen a incentivar el desarrollo e innovación y

el fortalecimiento empresarial mediante estas tecnologías y para ello se considera fundamental el incremento de la investigación y la utilización e incorporación de nuevas tecnologías a los procesos productivos. Impulsar los proyectos de I+D de nuevos productos y la ampliación y diversificación de líneas de productos de acuerdo con las tendencias de consumo son objetivos también marcados.

En lo que se refiere a las acciones PATI (PATI I y PATI II, 1991-1996) se financiaron 208 proyectos, con un presupuesto total de más de once mil millones de pesetas (11.063,8). De ellos, el MINER ha subvencionado más de mil millones (1.155,1), lo que representa algo más del 10% del total (10,44%).

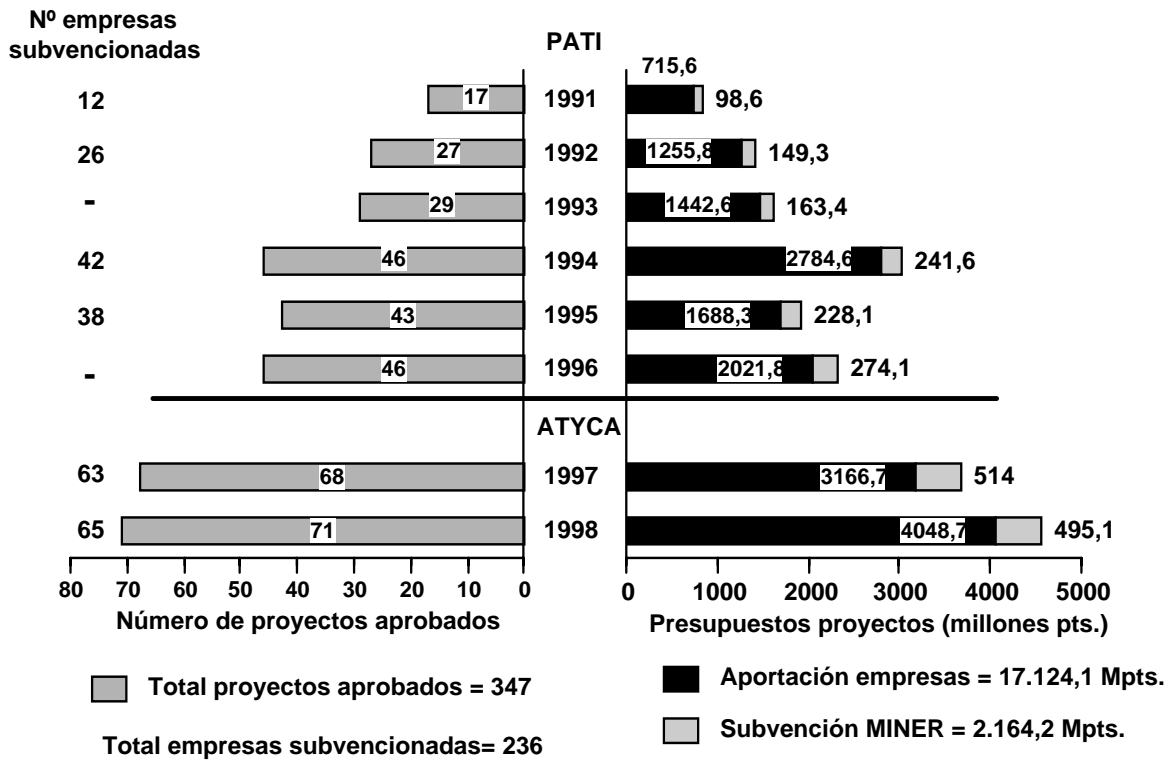
En cuanto a la Iniciativa ATYCA y teniendo en cuenta que sólo se dispone de los datos para los años 1997 y 1998, el número de proyectos aprobados fue de 139, con un presupuesto total de más de ocho mil millones de pesetas (8.224,5). La subvención del Ministerio fue de más de mil millones de pesetas (1.009,1), lo que representa algo más del 12% del presupuesto total de los proyectos aprobados (12,27%).

Estos datos muestran una tendencia al alza en la evolución temporal tanto del número de proyectos aprobados como en el presupuesto total de dichos proyectos, aunque no ocurre lo mismo cuando se analiza la evolución en los dos últimos años del estudio (1997-1998) de la subvención concedida por el MINER y del porcentaje de dicha subvención sobre el presupuesto total de los proyectos, en la que se refleja un pequeño retroceso de ambos indicadores.

Las figuras 3.5 y 3.6 muestran la evolución temporal de las dos iniciativas del Ministerio de Industria y Energía (PATI I y II y ATYCA) en lo que se refiere al número de proyectos aprobados, el presupuesto de los mismos, el número de empresas subvencionadas y los porcentajes de éxito de los proyectos y presupuestos.

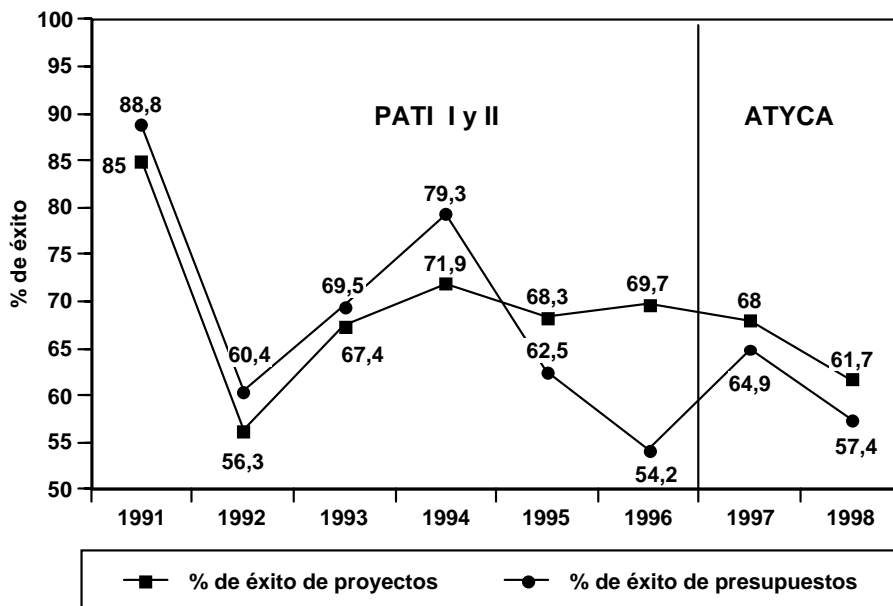
El presupuesto medio de los proyectos aprobados fue de 55 millones de pesetas por proyecto, con una subvención media de 6 millones de pesetas. La tabla 3.8 muestra la evolución de los presupuestos y subvenciones medias por proyecto y por empresa de las actividades PATI y ATYCA.

Figura 3.5.- Evolución de los proyectos aprobados y presupuestos de las actividades PATI y ATYCA



Fuente: CDTI. Elaboración propia

Figura 3.6.- Porcentajes de éxito de proyectos y presupuestos de las actividades PATI y ATYCA



Fuente: CDTI. Elaboración propia

Tabla 3.8.- Presupuestos y subvenciones medios por proyecto y empresas de las actividades PATI y ATICA

<u>PATI</u>	Presupuesto medio por proyecto	Subvención media por proyecto	Presupuesto medio por empresa	Subvención media por empresa
1991	47,9	5,8	67,9	8,2
1992	52	5,5	54	5,7
1993	55,4	5,6	-	-
1994	65,8	5,3	72,1	5,8
1995	44,6	5,3	50,4	6
1996	49,9	6	-	-
<u>ATYCA</u>				
1997	54,1	7,6	58,4	8,2
1998	64	7	69,9	7,6

Fuente: CDTI. Elaboración propia

El Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI)

El CDTI es la principal agencia del Sistema Español de Innovación involucrada en el plan y promoción de políticas tecnológicas. Creado en 1977 como Organismo Autónomo, fue transformado en Sociedad Estatal en 1983. Actualmente (año 2000) el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) es “una Entidad Pública Empresarial, dependiente del Ministerio de Ciencia y Tecnología, que promueve la innovación y el desarrollo tecnológico de las empresas españolas. Su objetivo es contribuir a la mejora de la competitividad de la industria de nuestro país mediante el desarrollo de las siguientes actividades:

- Evaluación técnico-económica y financiación de proyectos de I+D desarrollados por empresas.
- Apoyo en la participación española en programas internacionales de I+D.
- Promoción de la transferencia internacional de tecnología empresarial y de los servicios de apoyo a la innovación tecnológica”.

Este apoyo se traduce en la disponibilidad de fondos -propios, de la iniciativa privada y del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)- que posibilitan la financiación de proyectos e iniciativas tecnológicas. Su actividad se centra en la financiación y dirección de actividades tecnológicas según tres tipos de proyectos:

a) Proyectos de Investigación Industrial Concertada (PC) -denominados precompetitivos según la terminología de la Comisión Europea-, ya mencionados con anterioridad, se llevan a cabo por las empresas conjuntamente con las universidades, los centros públicos de investigación o los centros tecnológicos. Son proyectos de investigación en las primeras fases del proceso innovador que suponen un riesgo técnico elevado y cuyos resultados no son, generalmente, comercializables. Están financiados mediante ayudas reembolsables sin interés (o a bajo interés) y a través de recursos que se liberan del Plan Nacional de Investigación y Desarrollo.

b) Proyectos de Desarrollo Tecnológico (PDT), realizados íntegramente por las empresas con la finalidad de desarrollar nuevos productos, procesos o servicios, con un componente claro de innovación, están dirigidos al mercado con la finalidad última de la comercialización de un producto a corto plazo o a la obtención de beneficios para la mejora de un proceso, y están financiados por créditos a bajo interés mediante los recursos económicos de los programas del Ministerio de Industria y Energía para la promoción de tecnología (Plan de Actuación Tecnológica Industrial, PATI; Plan de Fomento Tecnológico Industrial).

c) Proyectos de Innovación Tecnológica (PIT), proyectos industriales que persiguen la adaptación e incorporación de nuevas tecnologías o de tecnologías ya existentes desarrolladas por terceros, también financiados a través del Plan PATI mediante créditos de bajo interés, en colaboración con las entidades de banca; estos proyectos se orientan a la incorporación y asimilación de nuevas tecnologías por las industrias.

Además de los proyectos de investigación antes mencionados, el CDTI “financia los denominados proyectos de Promoción Tecnológica, que son instrumentos de apoyo a la transferencia de tecnología desarrollada por la empresa. Análogamente, el CDTI concede financiación para ayudar a la preparación de propuestas de participación en el

Programa Marco y para ayudar en la preparación de ofertas de suministro tecnológico al CERN y al ESRF". En la tabla 3.9 aparece un resumen de las herramientas financieras del CDTI..

Tabla 3.9.- Herramientas financieras del CDTI. Resumen

Tipo de proyectos financiados	Tipo de interés	Plazo	Crédito % del presupuesto
Proyectos de Desarrollo Tecnológico e Innovación *	0%	5 años	50%
Proyectos vinculados a programas internacionales	0%	8 años	60%
Proyectos de Investigación Industrial Concertada	0%	6-8 años	60%
Línea de financiación bancaria CDTI-ICO	euribor - 1	5-7 años	70%
* 7 años y hasta el 60% en el caso de proyectos mult-iobjetivo			
Fuente: CDTI, 2001			

A lo largo del período 88-95, el CDTI ha estado manejando 2.502 proyectos de innovación tecnológica (PIT) con un total de 132.077 millones de pesetas, 807 proyectos concertados con una financiación de 38.135 millones de pesetas y 1.695 Proyectos de Desarrollo Tecnológico (PDT) con 93.958 millones de pesetas asignados a ellos.

En el período 96-99, el Ministerio de Industria y Energía ha financiado proyectos tecnológicos enfocados a los productos o para lograr objetivos específicos. Así, a finales de 1996 el número de proyectos en desarrollo correspondientes al tipo de desarrollo e innovación tecnológica fue de 457, siendo de 224 para los concertados y cooperativos. La aportación CDTI fue de 26.732 y 10.682 millones de pesetas respectivamente, con un desembolso total de 13.376 y 3.672 millones de pesetas. Los datos referidos a los años 1997, 1998 y 1999 aparecen en la tabla 3.10.

En 1999 fueron aprobados 34 Proyectos Concertados y 15 Cooperativos, cuya aportación CDTI fue de 1.995 y 949 millones de pesetas respectivamente, con una inversión total asociada de 4.042 y 1.898 millones de pesetas. Igualmente se aprobaron 369 proyectos de Innovación y Desarrollo Tecnológico, un 5% más que en 1998, con

unas aportaciones comprometidas por el CDTI de 30.821 millones de pesetas, un 27% más que en 1998, siendo la inversión global asociada de 70.566 millones de pesetas, de los que 125 se acogieron a la cofinanciación FEDER para regiones objetivo 1 y 122 a la cofinanciación FEDER para zonas objetivo 2.

Tabla 3.10.- Proyectos y aportaciones CDTI (1997 - 1999)			
Número de proyectos en desarrollo			
	1997	1998	1999
Desarrollo e Innovación Tecnológica	485	510	558
Concertados y Cooperativos	186	153	133
Aportación CDTI (Millones de pesetas)			
	1997	1998	1999
Desarrollo e Innovación Tecnológica	28.742	33.160	44.891
Concertados y Cooperativos	9.199	8.789	7.424
Desembolsos realizados (Millones de pesetas)			
	1997	1998	1999
Desarrollo e Innovación Tecnológica	15.476	17.540	20.249
Concertados y Cooperativos	3.734	3.699	4.072
Fuente: Memorias CDTI. Elaboración propia.			

La biotecnología, una de las áreas de acción para estas políticas tecnológicas, ocupa una posición intermedia en la balanza de actividades del CDTI en lo que se refiere a los recursos asignados.

En el período 88-92, el Programa de Biotecnología del CDTI recibió el 7,3 por ciento de los Proyectos Concertados en términos de recursos económicos, mientras representó el 8,7 por ciento del total de proyectos. Por otro lado, la representación de la biotecnología en los proyectos de Desarrollo Tecnológico fue significativamente más bajo (5,6 por ciento en el número de proyectos y 4,8 por ciento de los recursos asignados).

Estas proporciones bajaron drásticamente en la segunda fase (93-95). El porcentaje de Proyectos Concertados fue del 4,3 y del 5,1 por ciento de los fondos; los Proyectos de Desarrollo Tecnológico sólo sumaron un 1,4 por ciento de los proyectos, con un 1,0 por ciento de los recursos.

Los datos oficiales del CDTI correspondientes al III Plan Nacional (1996-1999) no están disponibles por la ausencia de datos definitivos correspondientes al último año del período (1999). No obstante, gracias a la obtención de la base de datos de todos los proyectos financiados en biotecnología por el CDTI durante el período 1987-1998, base de datos facilitada por dicha entidad, permite un mayor detalle de todas las acciones financiadas para potenciar el desarrollo tecnológico del sector industrial.

El mayor número de proyectos financiados en el período antes mencionado ha correspondido a los Concertados (50), con el 58,1% del total, seguido de los de Desarrollo Tecnológico (32), con el 37,2%, de los Cooperativos o de Promoción Tecnológica (3), con el 3,5% y los de Innovación (1) con el 1,2%.

El porcentaje de cada uno de estos tipos de proyectos respecto al total del presupuesto (10.084,2 millones de pesetas) es del 55,1%, 38,1%, 6,2% y 0,6% respectivamente. La aportación del CDTI fue del 42,8% y la de las empresas del 57,2%, siendo del 75% la aportación realizada por la empresa en el único proyecto aprobado de Innovación Tecnológica.

Tabla 3.11.- Distribución de presupuestos según año de concesión							
Año de aprobación	Aportación CDTI (Mill. ptas)	Presupuesto total proy. (Mill. ptas)*	% CDTI sobre presupuesto total	Nº Proyec.	% de proyec.	% aportación CDTI	% Presup.
1987	92	230,8	39,86	1	1,2	2,1	2,3
1988	227,2	497,6	45,66	7	8,1	5,3	4,9
1989	634,4	1302,4	48,71	14	16,3	14,7	12,9
1990	67,9	154,6	43,92	3	3,5	1,6	1,5
1991	560,3	1354	41,38	9	10,5	13,0	13,4
1992	339,4	974,1	34,84	6	7,0	7,9	9,7
1993	173,1	432,9	39,99	4	4,7	4,0	4,3
1994	288,5	721,6	39,98	4	4,7	6,7	7,2
1995	279,9	636	44,01	9	10,5	6,5	6,3
1996	568	1568,2	36,22	9	10,5	13,2	15,6
1997	614,3	1294,9	47,44	10	11,6	14,2	12,8
1998	467,4	917,1	50,96	10	11,6	10,8	9,1
TOTAL	4.312,4	10.084,2	42,76	86	100,0	100,0	100,0

Fuente: CDTI, 2000. Elaboración propia

Tabla 3.12.- Distribución de proyectos según tipo							
Tipo de proyectos	Aportación CDTI (Mill. Ptas)	Presupuesto total del proyecto (Mill. Ptas)	% CDTI sobre presupuesto total	Nº proyectos	% de proyec.	% aportación CDTI	% Presup.
Concertados	2.407,3	5.555	43,3	50	58,1	55,8	55,1
Desarrollo	1.710	3.845,2	44,5	32	37,2	39,7	38,1
Innovación tecnológica	155,7	622,9	25,0	1	1,2	3,6	6,2
p. promoción tecnológica	39,4	61,1	64,5	3	3,5	0,9	0,6
TOTAL	4.312,4	10.084,2	42,8	86	100,0	100,0	100,0
Fuente: CDTI, 2000. Elaboración propia							

Los datos correspondientes a la distribución del presupuesto por año de concesión y a la distribución de proyectos según tipo en el período 1987-1998 para aquellos proyectos realizados dentro del Programa de Biotecnología aparecen en las tablas 3.11 y 3.12 adjuntas.

En los 86 proyectos realizados participaron 59 empresas, distribuidas por CCAA de la siguiente manera: 23 en Cataluña (38 proyectos), 13 en Madrid (22 proyectos), 8 en Andalucía (10 proyectos), 4 en la Comunidad Valenciana (4 proyectos), 2 en Galicia (3 proyectos), en Murcia (2 proyectos) y en Castilla León (2 proyectos) y 1 en el País Vasco, Navarra, Castilla La Mancha, Canarias y Aragón, con 1 proyecto cada una.

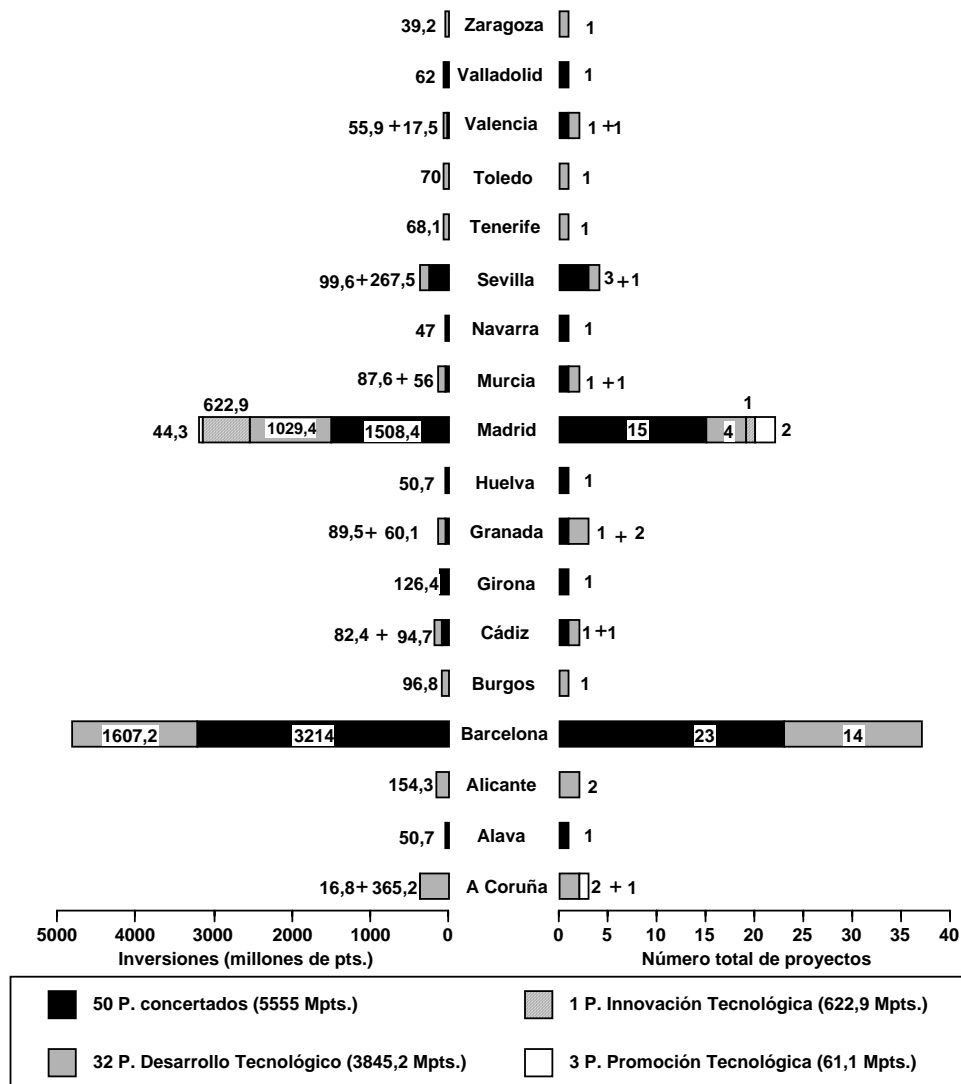
La inversión, en millones de pesetas, fue, respectivamente, de 4.947,6, 3.205, 744,5, 227,7, 382, 143,6, 158,8, 50,7, 47, 70, 68,1 y 39,2.

En una primera aproximación según la Comunidad Autónoma de la empresa subvencionada se observa una fuerte concentración en Cataluña y Madrid, con Andalucía, Galicia y la C. Valenciana en un segundo plano. Esta distribución responde, fundamentalmente, al establecimiento del tejido industrial y a la ubicación de los centros públicos de investigación en estos dos núcleos de población. Andalucía y Valencia, por su parte, juegan un papel muy importante en lo que se refiere al sector de la Agricultura, actividad con una evolución de crecimiento y donde el campo español

está sirviendo para la realización de numerosos ensayos biotecnológicos. El número de proyectos y la inversión (en pesetas corrientes) por CC.AA. presenta una media por proyecto más alta en Madrid, con 145,7 millones de pesetas, seguida de Cataluña, con 130,2 y de Galicia, con 127,3. Los proyectos más baratos (media) son los de Aragón (39,2 millones de pesetas), Navarra (47) y País Vasco (50,7).

En la distribución por provincias, Barcelona y Madrid ocupan las primeras posiciones tanto en el número de proyectos como en la financiación obtenida, seguidas de Sevilla y A Coruña, que intercambian sus posiciones según se consideren las variables antes mencionadas (figura 3.7).

Figura 3.7.- Distribución de proyectos y recursos CDTI por provincia y tipo de proyecto

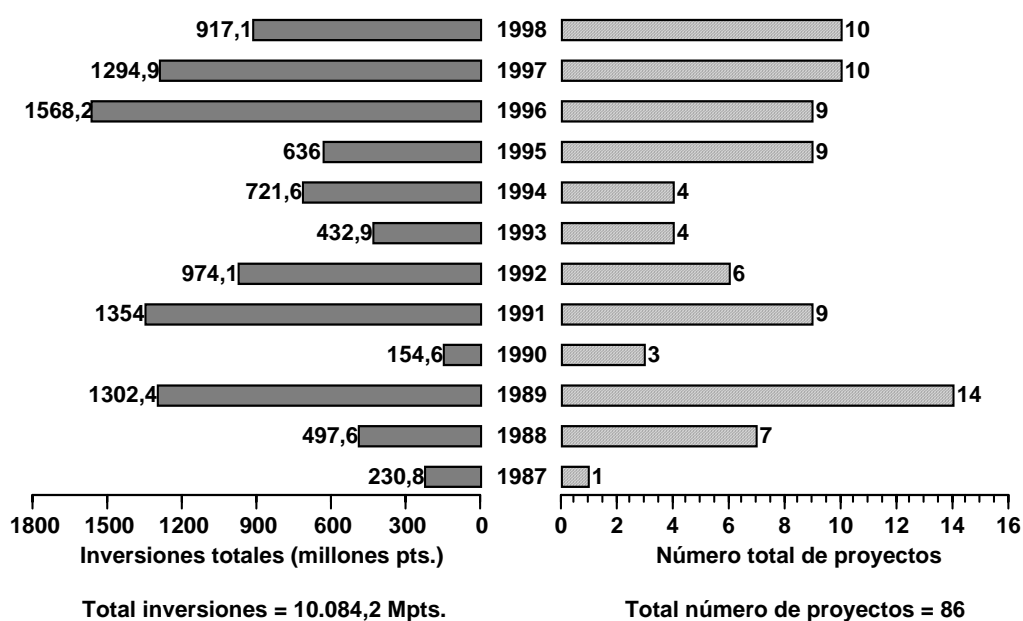


Fuente: CDTI 2000. Elaboración propia

En cuanto al número de proyectos por empresa cabe resaltar que el 28,8% de estas (17) han tenido más de un proyecto, computando el 71,2% restante (42 empresas con un sólo proyecto) el 40,9% del capital invertido (presupuesto total de 10.084,2 millones de pesetas). Las empresas con dos proyectos (10, el 16,9% del total) han captado el 24,4% de los fondos, las que han tenido tres proyectos (5 empresas, el 8,5% del total) el 11,8% y las de más de tres (2 empresas, el 3,4% del total) el 23% de los fondos.

La evolución de proyectos financiados durante los años 1987-1998 evidencia una estabilidad durante los últimos cuatro años en lo que se refiere al número de proyectos, resultando decreciente respecto a la inversión (figura 3.8). De hecho, la media por proyecto para todo el período es de 117,3 millones de pesetas, situándose la de 1998 (ultimo año mencionado) en 91,7, con un descenso respecto a 1996 de casi el 50%.

Figura 3.8.- Distribución de proyectos y recursos CDTI según año. (1987 -1998).



Fuente: CDTI 2000. Elaboración propia

El nombre de las empresas participantes en los proyectos concedidos por el CDTI en el período 1987-1998, con el número de proyectos realizados, la aportación recibida de dicha entidad y la cuantía total de las investigaciones aparece en el Apéndice VII.

3.2.5. Algunas consideraciones.

Desde mediados de los años ochenta, en que aparece el Programa Movilizador de Biotecnología, la Administración central, a través de la acción del Gobierno con las medidas políticas adoptadas, emerge como agente de financiación y potenciación de la biotecnología, articulando una serie de mecanismos que permiten despertar el interés de la comunidad científica en un área considerada por los decisores públicos como relevante y de interés para el desarrollo socioeconómico del país.

Además, las políticas tecnológicas y de financiación -PATI, ATYCA, CDTI- ligadas a la biotecnología aparecen en el panorama nacional de ciencia y tecnología, con el objetivo de potenciar la investigación en las empresas industriales españolas. Con estas medidas se pretende corregir el déficit de capital humano y de tejido industrial detectado en España en los primeros años de los ochenta, y evidencia una apuesta de futuro por esta nueva tecnología.

Sin embargo, el gasto anual en I+D, por debajo del 1% del PIB, se convierte en uno de los elementos que limitan el desarrollo del sistema de innovación en general, y el de biotecnología en particular. Resulta un tópico la reivindicación de más fondos para el sistema, pero sólo desde la insistencia en su identificación como factor clave por parte de los distintos agentes implicados puede favorecer un efecto movilizador que concluya en una acción política de consolidación del sistema a través del aumento de la financiación pública. El marco sobre el que proyectar esta nueva inyección económica, el Plan Nacional con el Programa Nacional de Biotecnología, es uno de los activos conseguidos por la administración pública en los años noventa.

Pero los esfuerzos no sólo deben focalizarse en la consecución de un sistema público de I+D altamente cualificado, convertido en fuente de conocimiento del sistema de innovación; la adaptación y capacitación de las empresas a las nuevas necesidades tecnológicas debe fijarse como una de las prioridades de la administración, traspasando el discurso político con la implementación de medidas a la carta del tejido nacional. La escasa tradición innovadora de las empresas ha sido, hasta el momento, uno de los principales obstáculos con el que se ha encontrado el gobierno, que no ha logrado solventar con eficacia, según los resultados obtenidos.

La coordinación, una de las máximas del Plan Nacional de I+D, es otro de los factores a mejorar. La duplicidad en la financiación es una realidad que evidencia la ausencia real de coordinación: por un lado, la administración central y las autonómicas (e incluso la administración de la comunidad europea) ha financiado simultáneamente, y no de forma complementaria, los mismos objetivos e incluso proyectos de investigación; por otro lado, las convocatorias de los distintos Programas Nacionales, que presentan objetivos similares para sectores caracterizados por su horizontalidad, como en el caso de la biotecnología, han fomentado la presencia sistemática, y no controlada por ausencia de relación entre los programas, de clientes que han conseguido la sobrefinanciación de las investigaciones.

La labor de la administración pública en la consolidación del sistema de innovación en biotecnología, por todo ello, puede considerarse como fundamental en su configuración, pero con fallos característicos de una industrialización tardía del país y de una falta de cultura innovadora.

3.3 La Ciencia Base.

La ciencia base en biotecnología ha ido creciendo firmemente en España de la mano de diferentes políticas e instrumentos puestos en marcha desde principios de los 80.

3.3.1. Grupos de investigación y recursos humanos. Caracterización de la ciencia base biotecnológica en España.

La posibilidad de contabilizar los recursos y apreciar la evolución de los mismos ha sido posible gracias a los directores del Programa de Biotecnología (Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, CICYT, y la Secretaría General del Plan Nacional de I+D) y a la comparación de estos resultados con el número de investigadores que participan en los Congresos de Biotecnología y el número de proyectos financiados por las diferentes agencias. La modernización de la política científica y tecnológica del país, ocurrida en las dos últimas décadas, ha posibilitado la puesta en práctica, como instrumento, de un mecanismo competitivo de financiación entre los actores involucrados en la producción de conocimiento. A través de la financiación de los proyectos de investigación se pueden identificar los actores españoles involucrados en biotecnología, siendo este proceso uno de los métodos usados con mayor frecuencia y que goza de un mayor reconocimiento.

A pesar de ello, analizar la evolución de los grupos de investigación en el sistema público de investigación y de las empresas así como de los recursos humanos involucrados en las actividades biotecnológicas durante la última década (1988-1998) no es tarea fácil y los resultados que a continuación se detallan deben considerarse como estimaciones. Los datos ofrecidos, que hacen referencia a los graduados universitarios, doctores y profesores de enseñanza superior (universidad), son el resultado de la exploración de las fuentes estadísticas disponibles (Instituto Nacional de Estadística, INE), mientras la estimación de los investigadores y de los grupos de investigación ha sido basada en las bases de datos elaboradas a tal efecto con los proyectos de investigación subvencionados por las distintas entidades públicas de financiación (principalmente por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, CICYT, y los fondos de la Unión Europea).

Recursos humanos potenciales

Cualquier aproximación a los recursos humanos potenciales –licenciados, doctores y profesores universitarios- en biotecnología a través de las fuentes estadísticas oficiales (como la Estadística de la Enseñanza Superior en España del INE) requiere un esfuerzo previo de identificación de las áreas de conocimiento relacionadas con el sector mencionado. A tal efecto se seleccionaron aquellas que, bien siendo tradicionales o emergiendo en la década de los noventa, tienen una vinculación directa con las aplicaciones biotecnológicas. Un problema adicional en el análisis e identificación del contingente humano en biotecnología a finales de los noventa es la ausencia de datos oficiales para los años 1998 y posteriores, por lo que las referencias realizadas en el trabajo versarán sobre el período 1990-1997.

De esta forma, y utilizando como fuente de información la Estadística de la Enseñanza Superior en España (EES) 1997-1998 del Instituto Nacional de Estadística (INE), se seleccionaron aquellas áreas universitarias con una vinculación directa a los distintos subsectores de la biotecnología, con el objetivo de ofrecer un panorama sobre el contingente de graduados, doctores y profesores universitarios convertidos en potenciales recursos humanos de la biotecnología. Esta aproximación sólo es posible desde el conocimiento tácito e interno del sistema educativo y de ciencia y tecnología, por lo que no resultó posible sin la colaboración de expertos nacionales, que seleccionaron rigurosamente y con meticulosidad las áreas más relacionadas al sector de estudio. Estos expertos fueron D. Emilio Muñoz, Dña. María Jesús Santesmases y D. Francisco Bas, a los que expreso mi agradecimiento.

En lo que se refiere a los datos sobre los graduados y doctores se seleccionaron las siguientes áreas, diferenciando entre tradicionales y emergentes: como campos tradicionales de conocimiento: Ciencias Biológicas, Farmacia, Veterinaria, Ingeniería Informática, Ingeniería Agrícola y Agrónoma, Ingeniería Forestal y de Montes, Química y Medicina; como campos emergentes: Ciencias del Mar, Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Bioquímica e Ingeniería Química. Las áreas seleccionadas para identificar el personal docente de las universidades públicas fueron: Anatomía Patológica, Biología Animal, Biología Celular, Biología Vegetal, Bioquímica y Biología Molecular, Cirugía, Ecología, Edafología y Química Agrícola, Farmacia y Tecnología Farmacéutica,

Farmacología, Fisiología, Genética, Ingeniería Agroforestal, Ingeniería Química, Ingeniería de Procesos de Fabricación, Inmunología, Medicina, Medicina Legal y Forense, Medicina Preventiva y Salud Pública, Microbiología, Nutrición y Bromatología, Parasitología, Patología Animal, Producción Animal, Producción Vegetal, Química Orgánica, Sanidad Animal, Tecnología de los Alimentos, Tecnología del Medio Ambiente, Toxicología y Toxicología y Legislación Sanitaria.

En lo que se refiere al número de graduados en las áreas tradicionales de conocimiento relacionadas con la biotecnología en el período 1990-97, éste asciende a 147.617, donde medicina, con el 21,9% del total de graduados, e ingeniería informática, con el 20%, tienen un mayor protagonismo. Ciencias Biológicas (13,9%), Química (12,3%), Farmacia (12,7%), Ingeniería Agrícola y Agrónoma (11,0%), Veterinaria (6,5%) e Ingeniería Forestal y de Montes (1,8%) completan la distribución por área de conocimiento.

El número de graduados en las áreas seleccionadas como emergentes fue de 1.947 (el 56,2% corresponde a Ciencia y Tecnología de los Alimentos, el 30,6% a Bioquímica y el 13,3% a Ingeniería Química). En conjunto –áreas tradicionales y emergentes-, entre 1990 y 1997 se han licenciado alrededor de 150.000 personas cuya formación está relacionada con algún aspecto de la biotecnología y que, por ello, se convierten en potenciales trabajadores del sector. Esto asegura, según los expertos consultados, el abastecimiento de “mano de obra” del tejido industrial, aunque su capacitación y adecuación al mismo requiere un proceso de aprendizaje previo para adaptar los conocimientos adquiridos en el sistema educativo a las necesidades reales de la empresa. La falta de adecuación entre la oferta educativa de la universidad y la demanda formativa del sector privado es una constante en la transferencia de conocimiento del sistema de ciencia y tecnología nacional, factor que debe considerarse limitante del pleno desarrollo.

El número de nuevos doctores es otro de los indicadores que se utilizan para valorar los recursos humanos existentes, que en el período antes mencionado fue de 18.000. La distribución por área de conocimiento es la siguiente: áreas tradicionales: Medicina (8.671), Ciencias Biológicas (3.161), Química (2.519), Farmacia (1.627), Veterinaria (751), Ingeniería Informática (414), Ingeniería Agrícola y Agrónoma (470) e Ingeniería

Forestal y de Montes (80); áreas emergentes: Ciencias del Mar (66), Ingeniería Química (40), Ciencia y Tecnología de los Alimentos (15) y Bioquímica (7). Estos recursos, altamente cualificados, son escasamente “explotados”, en términos generales, por el tejido industrial. En la empresa española existe una falta de cultura y tradición en incorporación de doctores, aspecto éste que en los últimos años (a partir de 2000) se ha pretendido potenciar desde la administración central –desde el gobierno- mediante medidas fiscales. Aún así, el destino por excelencia de los nuevos doctores sigue siendo el sistema público de investigación y el de educación, consideradas ambas alternativas como única salida profesional.

El personal docente de las universidades públicas en las áreas relacionadas con la biotecnología en el curso académico 1997-98 fue de 13.906 profesores, con una sobrerrepresentación de medicina (más de 2.000 profesores) y cirugía (más de 1.500). Otras áreas quizás más vinculadas con los nuevos desarrollos biotecnológicos, como bioquímica y biología molecular, ingeniería química, química orgánica y microbiología y biología vegetal, ostentan también posiciones de gran concentración, con intervalos de entre 650 y 1.000 profesores universitarios.

Con los datos antes referidos se obtiene un contingente total de más de 180.000 titulados en áreas relacionadas con la biotecnología, lo que evidencia la importancia del sistema educativo en el sistema de innovación, como agente de formación y de transferencia tanto de recursos humanos como de conocimiento al mundo empresarial. Es por ello por lo que el sistema educativo, además del esfuerzo realizado en la capacitación teórica de calidad de futuros profesionales -aspecto éste que no es cuestionado, ya que las últimas generaciones están consideradas como las de mayor formación y de mayor cualificación debido a su capacitación universitaria- debe realizar otro de idénticas características de adaptación de los planes de estudio a la demanda real de la industria, que se revela como una de las carencias actuales del sistema. Sin esta adecuación los procesos de transferencia son más lentos y costosos, ya que requieren una especialización y formación (no reglada) posterior. La formación complementaria en habilidades de gestión y dirección empresarial en cualesquiera de las áreas citadas es otra de las necesidades detectadas, factor que puede favorecer la iniciativa de los “bioemprendedores” o “bioempresarios”.

La calidad de la enseñanza en áreas relacionadas con la biotecnología queda a salvo de toda duda, con una comunidad universitaria plenamente competitiva. Sin embargo, la universidad española ha carecido de una cultura de interdisciplinariedad (conexión, por ejemplo, de los ingenieros con los biólogos o bioquímicos para el desarrollo de la Biotecnología ambiental) que favoreciera las interfases, fundamental en sectores de gran contenido multidisciplinar. A este respecto se propone, como solución, la aparición en escena de un currículum universitario especializado que contemple la complejidad de la biotecnología.

La distribución temporal de los recursos humanos por áreas de conocimiento – graduados, doctores y profesores universitarios- se muestra en las figuras de 3.1 a 3.3 del Apéndice V. La tabla 3.13 muestra la distribución de los graduados y doctores del curso académico 1995-96 por CC.AA. y área de conocimiento.

Comunidad Autónoma	Graduados				Doctores			
	CN	CS	ING	CE	CN	CS	ING	CE
andalucía	654	1410	538	106	137	297	12	3
Aragón	168	408	41	23	12	82	-	-
Asturias	275	98	33	-	46	24	13	-
Baleares	63	-	29	-	12	-	-	-
Canarias	107	175	94	22	16	51	6	-
cantabria	-	89	-	-	3	18	1	-
Castilla La Mancha	117	-	179	10	14	-	1	-
Castilla León	334	537	483	37	43	89	1	-
Cataluña	1398	1347	613	40	201	276	11	2
Extremadura	65	192	69	-	-	24	-	-
Galicia	372	504	278	96	78	61	-	-
La Rioja	11	-	34	-	2	-	-	-
Madrid	1501	1852	1095	-	253	337	61	-
Murcia	149	195	101	-	34	39	1	-
Navarra	96	402	157	-	11	57	2	-
País Vasco	354	272	518	42	40	25	-	-
Valencia	604	693	950	54	101	145	20	2
Totales	6.300	8.173	5.212	430	1.008	1.525	122	14
%	31,32	40,63	25,91	2,09	37,77	57,14	4,57	0,52
TOTAL	20.115 (100%)				2.669 (100%)			
CN =Ciencias Naturales = Biología + Química + Bioquímica CS = Ciencias de la Salud = Farmacia + Medicina + Veterinaria ING = Ingeniería = Agronomía + Forestal + Informática + Química CE = Ciencias Emergentes =Medio ambiente + Alimentación y Tec. de alimentos + Mar								
Fuente: Elaboración propia sobre datos INE, 1999.								

Los proyectos, los investigadores y los grupos de investigación (1991-1998)

La presente configuración del sistema de investigación español permite establecer una relación directa entre los proyectos financiados -ya sea por fuentes españolas o europeas- y los grupos de investigación activos en un campo (los proyectos y su distribución reflejan a los equipos operativos). Los grupos o laboratorios, con escasa financiación de carácter estructural para realizar las investigaciones a excepción de los sueldos del personal fijo investigador, están obligados a la obtención de recursos de los fondos competitivos. Estos fondos se asignan a través de un sistema de revisión por pares, sistema en el que participa la propia comunidad científica y en el que no existe apenas influencia de “actores externos”. Esto obstaculiza cualquier posibilidad de reformar los programas y dirigirlos a los objetivos de relevancia industrial.

La base de datos analizada, período 1991-1998 ya que las acciones subvencionadas en 1999 no están disponibles (salvo los proyectos relacionados con la biotecnología de otros programas nacionales), contiene las referencias de 534 proyectos financiados por el Programa Nacional de Biotecnología (236 proyectos simples, 139 subproyectos correspondientes a 66 proyectos coordinados, 134 acciones complementarias y 25 subproyectos de 8 acciones complementarias coordinadas) y de 363 proyectos que han sido financiados por otros Programas Nacionales relacionados con la biotecnología según los directores de la CICYT (240 proyectos simples, 95 subproyectos correspondientes a 49 proyectos coordinados, 26 acciones complementarias y 2 subproyectos correspondientes a 1 acción complementaria coordinada). Los otros Programas Nacionales en los que se han financiado proyectos relacionados con la biotecnología son: el Programa Nacional de Salud, el Programa Nacional de Alimentación, el Programa Nacional de Agricultura y el Programa Nacional de Medio Ambiente.

En conjunto, los proyectos o acciones subvencionadas con fondos nacionales en el período antes mencionado es de 897, en los que han participado 568 investigadores (investigadores no repetidos en el conjunto total de actividades, ya que 191 investigadores -el 33,63%- han tenido más de un proyecto de las modalidades citadas, en total 520 proyectos -el 57,97% de los proyectos) con una financiación de más de nueve mil quinientos millones de pesetas (9.663.383,000 pesetas). Estos datos nos

ofrecen una media por proyecto de 10.773.000 pesetas y una media por investigador de 17.013.000 pesetas, con 1,6 proyectos por investigador.

No obstante, se aprecia un proceso de acumulación de proyectos y fondos más acusado en determinados investigadores; más en concreto, existe una comunidad de quince investigadores que han sido beneficiarios de cinco o más proyectos de investigación, con un total de 92 proyectos (el 10,26% del total) y 1.008.522.000 pesetas, lo que representa que el 2,64% de los investigadores ha obtenido el 10,44% de los fondos. La media por proyecto no ofrece desviaciones significativas respecto al conjunto de la población, situándose en 10.962.195 pesetas, experimentando una espectacular subida la media por investigador: 67.235.000 pesetas. Esta primera aproximación, con el número de investigadores que han sido financiados más de una vez por los diferentes programas y de aquellos que han obtenido cinco o más ayudas, nos ofrece una idea del perfil de acumulación de la ciencia base biotecnológica en España.

Cuando el análisis se realiza considerando a los investigadores no repetidos por tipo de subvención, el total de investigadores asciende a 702, con la siguiente distribución: a) Programa Nacional de Biotecnología: 162 investigadores con proyectos simples, 112 con proyectos coordinados, 96 con acciones complementarias y 11 con acciones complementarias coordinadas; b) otros Programas Nacionales: 209, 85, 25 y 2 respectivamente para cada una de las anteriores categorías. En este caso no se ha considerado oportuno realizar la explotación por investigador para el conjunto de las acciones (investigadores no repetidos para el total de las acciones financiadas), ya que de esta forma no se podría apreciar el contingente de personal científico que ha obtenido financiación en cada una de las convocatorias. Al realizar la explotación por cada tipo de proyectos o acciones financiadas se puede observar el número real de investigadores que ha obtenido recursos.

El número de investigadores no repetidos que ha obtenido algún tipo de subvención (de las mencionadas) por año es de 129 en 1991, 94 en 1992, 114 en 1993, 106 en 1994, 73 en 1995, 110 en 1996, 137 en 1997 y 87 en 1998. El total de investigadores no repetidos (850) por año es superior a los datos globales anteriores, ya que son casos excepcionales aquellos investigadores que han obtenido más de una subvención en el mismo año.

El número de proyectos subvencionados por el Programa Nacional de Biotecnología por convocatoria y tipo, y la financiación correspondiente aparece en las tablas 3.14 y 3.15.

Tabla 3.14.- Proyectos del Programa Nacional de Biotecnología 1991-1998			
Año	Nº de proyectos	Financiación *	Financiación media *
1991	31	523.688	16.893
1992	26	305.162	11.737
1993	29	362.945	12.515
1994	39	530.970	13.615
1995	26	397.485	15.288
1996	25	419.870	16.795
1997	37	581.434	15.714
1998	23	412.375	17.929
TOTAL	236	3.533.929	14.974
* en miles de pesetas corrientes			

Como puede apreciarse, la financiación media por proyecto (por subproyecto en el caso de los coordinados) es significativamente más alta (respecto al total es de algo más de cuatro millones de pesetas) en los proyectos simples, de lo que se deduce cierta “penalización” para los proyectos coordinados. El objetivo explicitado en las convocatorias de priorización en la financiación de proyectos multidisciplinarios y coordinados no es acompañado de medidas efectivas de potenciación, sino más bien todo lo contrario, ya que los grupos obtienen menor subvención por “acción” cuando ésta es en coordinación con otros grupos, proyectos que a priori deben entenderse como más competitivos y complejos. Por ello, una de las primeras conclusiones que se derivan de los datos generales es la ausencia de incentivos reales para la realización de proyectos de investigación en colaboración, que suponen mayor “carga” de trabajo por la propia naturaleza de la colaboración y por el abordaje de objetivos más ambiciosos, y que no reportan una financiación “suficiente” de cada subproyecto que “rentabilice” la exigencia de un esfuerzo adicional.

La evolución temporal de la financiación total de los proyectos simples experimenta altibajos a lo largo del período, datos que fluctúan de forma conjunta con el número de proyectos subvencionados. Resulta difícil hacer cualquier tipo de asunción que

justifique estos datos, ya sea en sentido restrictivo de recortes presupuestarios o a la ausencia de proyectos de investigación competitivos que requieran la dotación de fondos públicos. En cualquier caso, la financiación media por proyecto ha ido incrementándose con el paso de los años -a excepción de 1997 en el que experimentó un importante retroceso- hasta situarse en 1998 cercano a los dieciocho millones de pesetas. Este incremento debe relativizarse debido a que se trata de la financiación anual en pesetas corrientes.

Tabla 3.15.- Proyectos coordinados del Programa Nacional de Biotecnología 1991-1998					
Año	Nº de Proyectos con nº de subproyectos	Financiación *	Financiación total de subproyectos *	Financiación Media por proyecto *	Financiación Media por subproyecto *
1991	2 proy. de 2 subproy.	25.784	56.144	18.715	8.021
	1 de 3	30.360			
1992	1 de 1	19.910	175.945	25.135	12.568
	5 de 2	120.175			
	1 de 3	35.860			
1993	1 de 1	2.000	218.557	21.856	8.742
	5 de 2	96.910			
	2 de 3	61.457			
	2 de 4	58.190			
1994	4 de 2	89.540	114.070	22.814	10.370
	1 de 3	24.530			
1995	3 de 1	31.460	77.671	12.945	7.767
	2 de 2	22.341			
	1 de 3	23.870			
1996	12 de 2	306.504	342.276	24.448	11.409
	2 de 3	35.772			
1997	12 de 2	276.913	329.949	23.568	10.998
	2 de 3	53.036			
1998	2 de 1	15.295	139.602	19.943	11.634
	5 de 2	124.307			
Total	66 proyectos / 139 subproyectos.	1.454.214	1.454.214	22.034	10.462
* en miles de pesetas corrientes					
+ En la tabla aparecen proyectos de un subproyecto. Esto se debe a la financiación de los mismos como proyectos coordinados, en los que solamente se llegó a realizar un subproyecto, según la información de la CICYT.					

Los proyectos coordinados, por su parte, experimentan una evolución también irregular, tanto en el número de proyectos y subproyectos aprobados como en la dotación económica general. No se encuentra, al menos en un primer análisis, ninguna estrategia de apoyo sistemático y estructural a los proyectos coordinados. La ausencia de datos referidos al número de solicitudes de financiación -tanto de los proyectos simples como de los coordinados y de las acciones complementarias- imposibilita establecer indicadores encaminados a caracterizar el perfil del solicitante y el “poder de convocatoria” de las propias convocatorias, como puede ser la tasa de éxito.

Año	Nº de proyectos	Financiación *	Financiación media *
1991	6	26.915	4.486
1992	8	29.014	3.627
1993	9	38.338	4.260
1994	17	71.707	4.218
1995	14	41.330	2.952
1996	27	57.915	2.145
1997	27	96.169	3.562
1998	26	127.210	4.893
TOTAL	134	488.598	3.646
Fuente: Elaboración propia sobre datos CICYT * en miles de pesetas corrientes			

Año	Nº de Proyectos con nº de subproyectos	Financiación *	Financiación total de subproyectos *	Financiación Media por proyecto *	Financiación Media por subproyecto *
1991	1 proy. de 1 subproy.	3.375	38.540	12.847	5.506
	1 de 2	15.465			
	1 de 4	19.700			
1993	1 de 2	4.200	24.200	12.100	4.033
	1 de 4	20.000			
1995	1 de 4	16.000	16.000	16.000	4.000
1996	1 de 4	7.500	7.500	7.500	1.875
1997	1 de 4	11.160	11.160	11.160	2.790
Total	8 proy. / 25 subproy.	97.400	97.400	12.175	3.896
Fuente: CICYT * en miles de pesetas corrientes. En la tabla aparecen proyectos con 1 único subproyecto. Esto es debido a la financiación de los mismos como proyectos coordinados, en los que sólo se realizó 1 subproyecto.					

En lo que respecta a las acciones complementarias financiadas por los Programas Nacionales de Biotecnología a proyectos subvencionados por la Unión Europea, las convocatorias arrojan los datos que se muestran en las tablas 3.16 y 3.17.

Tampoco se encuentran parámetros regulares de financiación durante todo el período, aunque deben destacarse dos particularidades: en la primera mitad (1991-1994, ambos inclusive) los decisores públicos parecen apostar por esta herramienta de financiación y potenciación de proyectos europeos, que aún siendo insignificantes en número de acciones sí cuentan con “importantes” recursos económicos; desde 1996 la evolución positiva de los fondos parece establecer cierta tendencia de crecimiento, que tendrá que ser corroborada con los datos de 1999 y 2000. En cualquier caso, la financiación se ha duplicado de 1996 a 1998, manteniéndose estable el número de acciones complementarias (27 y 26 respectivamente).

Las acciones complementarias coordinadas financiadas por el Programa Nacional de Biotecnología, aunque deben ser tenidas en cuenta como herramientas e instrumentos de financiación de la investigación pública, resultan anecdóticas dentro del panorama español del sistema de ciencia y tecnología.

Sin embargo, si se tiene en cuenta el número de proyectos subvencionados (236) y el número de acciones complementarias financiadas (134), acciones que suponen el apoyo nacional a las actividades europeas, se puede apreciar un fuerte nexo cooperativo entre estos dos mecanismos de financiación. Estos resultados refuerzan el argumento de la importancia que las actividades europeas de investigación en biotecnología tienen en la creación y potenciación de la comunidad científica nacional. Algunos investigadores o grupos sólo acuden o han obtenido el apoyo de los fondos europeos y un porcentaje importante de científicos ha compatibilizado ambas fuentes de financiación.

El número de investigadores que ha obtenido financiación de los distintos mecanismos previstos en los Programas Nacionales de Biotecnología (1991-1998), entendidos como la fuente principal de financiación para la construcción de la ciencia base biotecnológica en España, es de 381 (162 investigadores han tenido proyectos simples, 112

investigadores proyectos coordinados, 96 investigadores han tenido acciones complementarias y 11 investigadores acciones complementarias coordinadas).

Esta distribución de proyectos y fondos por investigador es muy desigual. En el caso de los proyectos simples hay 40 investigadores (el 24,7% de 162) que han tenido entre 1991 y 1998 dos proyectos, cuyos fondos suman el 30,4% del total (1.073.554.000 pesetas), y 17 investigadores (el 10,5%) que han tenido tres proyectos, con el 30,5% de la financiación (1.077.781.000). Estos últimos generan un proceso de concentración de recursos que les convierte en “investigadores de referencia” dentro del panorama nacional e internacional. Además, los datos anteriores nos muestran a un colectivo de 57 investigadores (35,2%) especialmente activos en el campo de la biotecnología, que ha sido capaz de obtener una financiación del Programa Nacional de Biotecnología de más de dos mil millones de pesetas (el 60,9% de los fondos), generando unos recursos medios por investigador de casi 38 millones de pesetas.

En cuanto a los proyectos coordinados, la concentración experimentada es menor, ya que sólo 24 investigadores -de un total de 112- ha tenido dos o más proyectos. Más en concreto, 22 han tenido dos proyectos, y con tres y cuatro proyectos uno cada uno. El porcentaje de los fondos acumulados por cada uno de estos grupos ha sido del 34%, 3% y 2,1% respectivamente.

Las acciones complementarias, como instrumento complementario de las ayudas de la Unión Europea, han contado con un número más reducido de solicitudes y subvenciones, lo que ha favorecido la estrategia individual de los investigadores más emprendedores que han encontrado en Europa una importante fuente de ingresos para abordar sus trabajos. Así, diez investigadores (de 96, el 9,4%) han tenido 2 acciones, con el 12,8% de los fondos (62.302.000 pesetas de un total de 488.598.000 pesetas), 9 han tenido 3 con el 25,3% de la financiación (123.653.000 pesetas), dos investigadores cuatro acciones con el 6,2% y un investigador cinco acciones con el 2,8%. De los 11 investigadores que han tenido acciones complementarias coordinadas dos han tenido cuatro acciones y otros dos cinco, con el 39,1% y el 31,5% respectivamente del total del capital financiado (noventa y siete millones de pesetas).

Pasando ya a los proyectos financiados por otros Programas Nacionales distintos del de Biotecnología, éstos suponen para el período 1991-1998 el 46,7% del total de los proyectos considerados por los responsables como “biotecnológicos” y el 42,4% de los fondos, lo que da una perspectiva de la importancia que el resto de Programas Nacionales tiene en la potenciación y desarrollo del sector biotecnológico en España, en el aspecto de ciencia base. Según tipo de proyectos, los no coordinados o simples representan, respecto al total, el 49,7% de los proyectos y el 43% de los recursos económicos, siendo del 40,6% y 41% respectivamente en los coordinados. La distribución de ambos por año se muestra en las tablas 3.18 y 3.19.

Tabla 3.18.- Proyectos relacionados con la biotecnología de otros Programas Nacionales 1991-1999			
Año	Nº de proyectos	Financiación *	Financiación media *
1991	55	638.613	11.611
1992	29	218.570	7.537
1993	33	344.245	10.432
1994	25	262.830	10.513
1995	12	105.655	8.805
1996	28	397.714	14.204
1997	32	382.709	11960
1998	19	312.629	16.454
1999	7	134.232	19.176
TOTAL	240	2.797.197	11.655
Fuente: Elaboración propia sobre datos CICYT * en miles de pesetas corrientes			

Como puede apreciarse, la financiación media por proyecto de los no coordinados es sustancialmente inferior a la obtenida de los proyectos del Programa Nacional de Biotecnología (más de tres millones de pesetas), aunque en la evolución temporal aparece cierta tendencia a la reducción, de forma progresiva, de la distancia entre ambos. Mientras, en los proyectos coordinados no existe diferencia alguna. Aunque en las tablas aparecen los datos referidos al año 1999, con el objetivo de poder establecer un análisis comparativo de los datos del Programa Nacional de Biotecnología y del resto de Programas éstos no han sido contabilizados a la hora de establecer los correspondientes porcentajes de participación.

Tabla 3.19.- Proyectos coordinados relacionados con la biotecnología de otros Programas Nacionales 1991-1999

Año	Nº de Proyectos con nº de subproyectos	Financiación *	Financiación total de subproyectos *	Financiación Media por proyecto *	Financiación Media por subproyecto *
1991	1 proy. de 1 subproy.	12.699	242.067	22.006	11.003
	9 de 2	175.577			
	1 de 3	53.790			
1992	5 de 1	35.827	104.027	11.559	8.002
	4 de 2	68.200			
1993	2 de 1	19.140	93.841	13.406	7.820
	5 de 2	74.710			
1994	2 de 2	61.930	61.930	30.965	15.483
1995	1 de 1	13.442	53.658	17.886	8.943
	1 de 2	25.630			
	1 de 3	14.586			
1996	1 de 1	20.229	33.293	16.647	11.098
	1 de 2	13.064			
1997	1 de 1	15.882	133.294	22.216	10.253
	3 de 2	67.446			
	2 de 3	49.966			
1998	1 de 1	27.275	214.990	35.832	13.437
	3 de 2	87.043			
	1 de 4	49.440			
	1 de 5	51.232			
1999	1 de 1	17.472	73.360	24.453	12.227
	1 de 2	33.264			
	1 de 3	22.624			
Total	49 proy / 95 subproy.	1.010.460	1.010.460	20.622	10.636
Fuente: Elaboración propia sobre datos CICYT * en miles de pesetas corrientes + en la presente tabla aparecen proyectos de un solo subproyecto. Esto es debido a la financiación de los mismos como proyectos coordinados, en los que solamente se llegó a realizar un subproyecto, según la información facilitada por la CICYT.					

Los datos disponibles de las acciones complementarias del resto de Programas Nacionales, que se presentan en la tabla 3.20, se reduce al período 1991-1995, por lo que no es posible realizar ninguna comparación con los resultantes del Programa de Biotecnología. Cabe destacar, eso sí, la financiación de 1994, con una dotación económica muy superior a la registrada en cualquier otro año, debido a la subvención concedida a la Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo de 195 millones de pesetas a la acción “European Photo-Reactor (EUROPHORE)”.

Tabla 3.20.- Acciones complementarias de otros Programas Nacionales 1991-1995			
Año	Nº de proyectos	Financiación *	Financiación media *
1991	4	16.708	4.177
1992	6	21.800	3.633
1993	3	3.766	1.255
1994	11	227.381	20.671
1995	2	10.030	5.015
TOTAL	26	279.685	10.757
Fuente: Elaboración propia sobre datos CICYT * en miles de pesetas corrientes			

Durante el mismo período el resto de Programas Nacionales sólo subvenció una acción complementaria coordinada de dos subproyectos (relacionada con la biotecnología) en el año 1994, por un importe de 1.900.000 pesetas.

En lo que se refiere a aquellos investigadores que han tenido proyectos de otros Programas Nacionales relacionados con la biotecnología se han detectado a 321: 209 investigadores han tenido proyectos de investigación simples, 85 investigadores proyectos coordinados, 25 investigadores acciones complementarias y 2 acciones complementarias coordinadas. De los primeros (209 investigadores con proyectos no coordinados) 23 tuvieron dos proyectos y cuatro tres, con el 20,7% y el 6,7% de los recursos asignados (la suma total de los proyectos es de 2.797.197.300 pesetas). Los proyectos coordinados tienen un porcentaje menor de acumulación, siendo 8 investigadores los que tienen dos proyectos, con el 15,2% de los fondos (1.010.460.100 pesetas para el conjunto de los proyectos) y uno solo con tres, con el 2% de la financiación.

Además, 37 investigadores de los que han tenido más de un proyecto o acción han conseguido fondos tanto del Programa Nacional de Biotecnología como de otros Programas Nacionales.

De todo lo anterior se pueden sacar varias conclusiones: la biotecnología se ha convertido, a lo largo de la década de los noventa, en una de las líneas de actuación prioritarias del gobierno en materia de investigación científica y desarrollo tecnológico; la financiación pública de la investigación en biotecnología en España no sólo cuenta con los fondos asignados al Programa Nacional de Biotecnología, sino que debido a la horizontalidad de la propia tecnología otros programas aportan importantes recursos en la financiación de los proyectos, por lo que cualquier estudio sobre el sector está

obligado a identificar y analizar dichas acciones; los fondos europeos se han convertido en un recurso imprescindible para el desarrollo científico del país, que complementan y potencian los recursos nacionales, a los que deben acudir los investigadores para financiar sus proyectos; la comunidad científica nacional en biotecnología, que ha emergido en la década de los noventa, está formada por un colectivo de 568 investigadores responsables de proyectos (1991-1998) -una media de tres investigadores por equipo representa la existencia de 1.704 investigadores, dato sobrestimado por la participación de los científicos en calidad de responsables y de participantes-, colectivo que debe entenderse como importante en cuanto a su número dentro de las características del sistema nacional de investigación; alrededor de 200 investigadores consideran la biotecnología como una de sus líneas de investigación, de los que al menos quince tienen una fuerte conexión con la biotecnología, siendo su principal línea de trabajo; el actual sistema de financiación, que teóricamente potencia los trabajos en colaboración y cooperación y que en la realidad camina en sentido opuesto, debe adecuarse a las necesidades reales y a la propia naturaleza de los proyectos competitivos, que requieren importantes acciones focalizadas en lo que se refiere al apoyo de líneas, grupos y proyectos determinados; la asignación de recursos debe realizarse con la máxima de la eficacia y eficiencia, que requiere un esfuerzo adicional en el conocimiento del colectivo público de investigación y del tejido industrial, y de los intereses de ambos, para así establecer “conciertos” capaces de dar respuesta a las exigencias y déficits nacionales.

En cualquier caso, la acción de la Administración de financiación y potenciación del sistema público de investigación científica y desarrollo tecnológico ha conseguido la formalización de una comunidad científica nacional en biotecnología altamente competitiva -ya sea en el contexto nacional en su comparación con otras áreas de interés, como a nivel internacional dentro del propio sector-, de gran calidad y capacitada para convertirse en interlocutora válida del proceso de transferencia tecnológica. La entrada en el sistema científico de nuevas generaciones, que incorporan un cambio en la cultura de investigación que facilita la proyección de los resultados obtenidos a la aplicabilidad industrial, beneficia, en gran medida, este cambio en la concepción del proceso de transferencia, que aún se encuentra en un primer estadio.

A pesar de ello, sigue faltando una cultura generalizada de interacción entre la investigación básica y la empresa, motivada, entre otras cosas, por una ausencia de incentivos a la comunidad científica que desalienta cualquier esfuerzo realizado en este sentido. Los investigadores se muestran conformistas y reacios al establecimiento de contactos con la industria por la ausencia de retornos tangibles, ya sea en forma de remuneraciones dinerarias o de reconocimiento curricular en la carrera profesional.

Los principales temas de los proyectos de investigación. Un análisis en busca de un mapa de las potenciales funcionalidades.

Una exploración de los temas de los proyectos financiados más de una vez permite identificar los procesos biológicos estudiados por la comunidad científica española:

Acumulación de proteínas de reserva del maíz

Afinidad por la celulosa de Streptomyces h, estudio y mejora

Alimentos perecederos y patógenos

Antibióticos resistencia

Aplicación de enzimas de actinomicetos a la industria papelera

Arabidopsis Dicotiledoneas

Autoinmunidad y manipulación genética de linfocitos

Bacterias lácteas, fermentaciones

Bacterias lácteas, plásmidos y control genético de gram posit

Bacterias lácticas, aplicación en fermentaciones y conservación alim

Bacterias, como fabricas, adaptación, diversidad, ecología microbiana, resistencia a antibióticos

Baculovirus y vacunas

Biocatálisis en síntesis orgánica

Biodegradación de aromáticos, y del xenobiótico tetralina

Biodegradación en pseudomonas

Biodegradación enzimática de lignina

Biolixiviación, sistemas biohidrometalúrgicos

Biolixiviación sulfuros metálicos, sistemas biohidrometalúrgicos

Biorreactores para prod, Ácido glutámico y trat de aguas resid,

Biorreactores, anticuerpos monoclonales, ingeniería metabólica

Biorreactores, síntesis de péptidos

Biorreactores, sistemas ligninolíticos, aplic, decoloración efluentes ind,

Biosensores y bioinstr analítica

Biosíntesis de antibióticos por Streptomyces

Biosíntesis de antibióticos en Streptomyces
Biosíntesis de antibióticos y potenciales antitumorales
Biosíntesis de carotenoides, microalgas
Biosíntesis de nuevos antifúngicos, antibiótico candidicina
Biosíntesis de penicilinas en hongos, regulación transcripción por pH
Biosíntesis de penicilinas por sist enzimát; degrad de fenilacético en pseudomonas
Biosíntesis por cepas de levadura
Biotransformación de contaminantes, petróleo, por bact
Biotransformaciones, Glucohidrolasas para
Brucelosis
Cables moleculares, sistemas de detección
Carboxipeptidasas e inhibidores, Metaloproteasas
Cerebro, mecanismos moleculares
Computación material biológico
Coronavirus e infección de la mucosa
Deshidrogenasa de microorganismos
Diagnóstico genético, mejora trigos
División y crecimiento bacteriano
Electrodos para enzimas redox
Enfermedad celiaca, diagnóstico y detección de gluten
Enfermedad de Chagas, antígenos
Enfermedad de Lafora, gen de
Enzimas industriales para aditivos y tensoactivos
Enzimas oxidativas de hongos y transformación de la lignina
Estrés abiótico y tolerancia salina de plantas
Estrés osmótico en maíz y regulación genética y
Estrés salino (ζ) Genes, de plantas, tolerancia a salinidad y sequía
Estrés salino en plantas, tomate, proteínas fosfatasa
Estrés salino en tomate y mejora de la fresa
Estrés salino y gen HPTTG
Estrés salino, Arabidopsis, bases moleculares de la floración
Estrés salino: halotolerancia en Arabidopsis
Evolución molecular
Expresión genética de hormona crecimiento, control de
Expresión genética y diferenciación celular en maíz
Expresión genética, control de la; Streptomyces
Extremófilos
Extremófilos, biotecnología de; antes biolixiviación
Fibroblastos, factor de crecimiento
Fusarium oxisporum, genética y patogénesis

Genes de semilla de girasol, posible mejora
Genoma bovino, identificacion ETLs, clones, prins y fish
Genoma levadura
Genoma levadura y analisis funcional de sus genes
Genoma levadura y glucanasas
Genoma levadura, cromosoma y metabolismo de carbohidratos
Hongo filamentoso y producción de proteínas
Hongos filamentosos para biosíntesis
Ingeniería de proteínas
Ingeniería de proteínas y diseño de algunas de interés agroalim
Ingeniería enzimática para síntesis
Ingeniería genética de anticuerpos para diag y terap
Ingeniería metabólica de síntesis de proteínas
Ingeniería metabólica para síntesis antibióticos por bacterias
Ingeniería metabólica, soforolípidos y microorganismo
Inmunodeficiencias, terapia génica
Leishmania infantum
Lipido-lipasa, estructura y función
Mejora cereales, ¿transgénica?
Microorganismos modif. genet y aplic en biodegrad,
Microorganismos modificados genet,
Modificación en enfermedades vegetales, Genes vegetales y función
Modificación genética de cepas, control biológico azafrán
Modificación genética prunos
Mucoparasitismo de trichoderma y plantas
Nematodo, resistencia ¿transgénicos?
Nodulación de judía y soja, genes de
Nodulación Rhizobiums con soja y judía
Nodulación, Rhizobium para, mejora genética y riesgos
Nodulación, simbiosis Rhizobium soja
Nuevos antibióticos, pared celular, blanco microbianos de acción
Oncogenes, protoncogenes linfocitos T
Parvovirus, terapia cáncer
Patatas transgénicas, resist, A virus y hongos
Percepción pública biotec
Plantas transgénicas
Proteína quinasas
Proteínas heterólogas a partir de levaduras, genoma levaduras
Proteínas inactivadores de ribosomas, inmunotoxinas
Residuales aguas, procesos biológicos de depuración,

Residuos aprovechamiento de, papel y aguas
Residuos, degradación de, plásmidos de bacterias
Residuos, toxicidad y tratamiento de efluentes industriales
Resistencia a enfermedades, genes en Vicia faba y Cicer arietinum
Rizosfera cosechas, interacción con microbios
Software para proteínas
Strain improvement en Gram positivas
T, cruzi, respuesta inmune y diagnóstico
Transgénicas aplicaciones: virus en plantas
Transgénicas de maíz y arroz, expresión genética de infección por patógenos
Transgénicas plantas del melón
Transgénicas plantas, antígenos víricos, y vacunas peste porcina
Transgénicos agricultura
Transgénicos fresa y olivo
Transgénicos par evitar virus en haba
Transgénicos resistentes a insectos, cereales
Tuberización inducción, ácido jasmónico en patata, y mejora genética
Tuberización, su inducción y control en patata
Vacunas celulares
Vacunas de ADN
Vacunas recombinantes
Virus de la Sharka
Virus peste porcina, receptores leucocitarios
Virus vaccinia y vacunas por vectores recombinantes
Virus: Coronavirus y enfermedades asociadas, vectores, vacunas, terapia génica

Estos temas pueden agruparse, seleccionando los proyectos financiados con mayor frecuencia, en tres grandes áreas de actividad que están asociadas a tres técnicas y subsectores socioeconómicos de la biotecnología, como agroalimentación y biotecnología de plantas, biotecnología industrial (bioprocesos), y biotecnología de la salud humana y animal.

El primer subsector, agroalimentación y biotecnología de plantas, tiene como principal objetivo la obtención de cosechas productivas con respecto a una serie de rasgos: la resistencia a condiciones medioambientales adversas, a los insectos y a los patógenos, e información básica sobre la expresión del gen y su función en una serie de cosechas, algunas de ellas de especial relevancia para España: trigo, maíz, arroz, olivo, fresa y melón. La investigación realizada para la modificación de plantas todavía está

utilizando las técnicas clásicas de creación de plantas, aunque cada vez se está recurriendo en mayor medida al uso de marcadores moleculares, y la transgénesis se está imponiendo como tecnología más frecuentemente utilizada para la investigación en este subsector. La resistencia a herbicidas es uno de los temas más repetidos, así como las consecuencias del aumento de salinidad en el rendimiento de las cosechas, lo que significa, en última instancia, la optimización de los recursos.

El segundo subsector, la biotecnología industrial (bioprocesos), relativo al nuevo concepto de “fábrica celular”, recurre a la aplicación de bacterias, hongos y algunos otros microorganismos para la producción de sustancias de interés comercial y social. Un tema particular de investigación llevado a cabo en España es la caracterización de enzimas capaces de degradar la lignina, para mejorar sus propiedades de degradabilidad y digestibilidad para la alimentación de animales y/o para la industria del papel. Los procesos orientados a la bioremediación como la degradación de xenobióticos, los tratamientos de aguas de desecho y la reducción de contaminación por el aceite están entre las actividades de investigación más importantes. La producción de antibióticos, proteínas y caroténidos por diferentes microorganismos también están entre las líneas principales de las actividades relacionadas con este subsector biotecnológico.

El tercero, biotecnología de la salud humana y animal, posee un perfil muy determinado. No hay muchos investigadores en el campo de la biotecnología en salud humana que estén trabajando actualmente en oncogenes y autoinmunidad, dos de los aspectos más importantes. La falta de información sobre las actividades financiadas por el Fondo de Investigación Sanitaria (FIS) en relación a la biotecnología puede ser una de las causas, sino la principal, de esta situación. La mayoría de los problemas investigados están relacionados con la salud veterinaria, aunque algunos de los patógenos y estudios de las patologías también tienen una influencia directa en la salud humana (brucelosis, leishmaniasis...).

De todo lo anterior puede concluirse que las dos líneas más importantes de la investigación biotecnológica española son aquellas relacionadas con las aplicaciones agronómicas y los procesos industriales. Estos resultados aparecen como consecuencia de una mezcla de tradición y demanda social. La tradición agronómica española se ha mantenido con las nuevas técnicas biotecnológicas y esto, junto con una reacción social

hacia las cosechas transgénicas no especialmente virulenta hasta mediados de los años noventa, ha conseguido atraer la atención de los líderes españoles de investigación en la aplicación de la biología molecular y la genética molecular a la agricultura (y a la agroalimentación), lo que ha producido como resultado una expansión importante de la biotecnología vegetal en España.

Instituciones y centros de investigación.

La participación de los investigadores principales en los proyectos de investigación financiados durante el período de estudio (1991-1998) por el Programa Nacional de Biotecnología y otros programas relacionados refleja la capacidad de liderazgo de las distintas instituciones –organismos- que componen el sistema de ciencia y tecnología español. Así, en la realización de los 897 proyectos analizados han participado 71 organismos –organizaciones públicas de investigación, universidades, empresas y organizaciones sin ánimo de lucro o fundaciones-, con un total de 177 centros de investigación.

Esta situación de amplia participación de centros de investigación favorece la tendencia de crecimiento experimentado por la ciencia base biotecnológica en España, situación que permite la extensión de estas habilidades a lo largo de todo el territorio geográfico e institucional español.

A pesar de la diversificación de recursos entre las instituciones, existen “islas de concentración y especialización”, donde el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) mantiene una posición de dominio que le convierte en uno de los protagonistas del escenario biotecnológico. Los números, por lo menos, así lo indican: ha sido el beneficiario de 310 proyectos de investigación (el 34,6%, incluidas las acciones complementarias), con una financiación de 3.843 millones de pesetas (el 39,8% del total).

Dentro de esta institución, el Centro Nacional de Biotecnología (59 proyectos, 737.995.000 pesetas), el Centro de Investigaciones Biológicas (53 proyectos, 665.375.300 pesetas), el Centro de Investigación y Desarrollo (30 proyectos, 432.707.000 pesetas), el Centro de Biología Molecular (20 proyectos, 390.938.000

pesetas) y el Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (19 proyectos, 180.904.000 pesetas) son los centros con más actividad (mayor número de proyectos y de recursos económicos), lo que les confiere una mayor capacidad de competitividad. Además, han obtenido financiación otros 26 centros de investigación pertenecientes a esta institución, cuya relación se adjunta en el Apéndice VIII.

Esta situación refleja la fuerza y especialización del CSIC en las áreas de ciencias biológicas. El Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) es una institución influyente en el paisaje de investigación y desarrollo en España, pero su influencia ha sido en los últimos años más cualitativa que cuantitativa. El CSIC emplea a 2.000 investigadores, un dato que representa un 4% del total de investigadores del sistema español de I+D, como consecuencia de la expansión de la investigación a las universidades (en Muñoz et al., 1999; Senker et al., 1999) y al sector industrial.

La fuerza del CSIC en el ámbito de la biotecnología no sólo queda patente en la calidad de algunos centros de excelencia, como el Centro Nacional de Biotecnología, el Centro de Biología Molecular (ambos localizados en el campus universitario de la Universidad Autónoma de Madrid) o el Centro de Investigaciones Biológicas (ubicado en Madrid cerca de la sede central del CSIC), sino también en la diversidad temática y geográfica de otros institutos y centros de investigación, como el Centro de Investigación y Desarrollo (Barcelona), el Instituto de Investigaciones Biomédicas (un “joint-venture” entre el CSIC y la Universidad Autónoma de Madrid, ubicada cerca de la Facultad de Medicina de esta universidad), la Estación Experimental “El Zaidin” (Granada, especializado en agricultura), el Instituto de Catálisis y Petroquímica (Madrid, realizando investigaciones en biocatalizadores y bioprocesos), el Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (Valencia, con grupos de investigación en el sector de la agroalimentación), el Instituto de Microbiología Bioquímica (Salamanca, investigación básica en microbiología molecular), y el Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología (Sevilla, realizando sus investigaciones sobre agricultura y medioambiente).

Otros organismos con cierta concentración de recursos son la Universidad Complutense de Madrid, con 44 proyectos (4,9%) y una subvención de 456.941.500 pesetas (4,7%), la Universidad Autónoma de Barcelona, con 38 proyectos (4,2%) y 523.894.000 pesetas

(5,4%), la Universidad Autónoma de Madrid, con 30 proyectos (3,3%) y 249.587.000 pesetas (2,6%) y la Universidad de Córdoba, con 27 proyectos (3,0%) y 230.805.000 pesetas (2,4%). Estas instituciones ocupan un lugar preferente en la investigación biotecnológica en la década de los noventa. Para poder apreciar con más detalle este proceso de concentración, la tabla 3.21 muestra el número de organismos con el número de proyectos obtenidos y la financiación correspondiente en el período 1991-1998.

Tabla 3.21.- Distribución del número de organismos según número de proyectos.			
Nº de proyectos	Organismos	Nº total de proyectos	Financiación total
5 y menos	42 (58,3%)	98 (10,9%)	1.151.771.800 (11,9%)
6-10	11 (15,3%)	86 (9,6%)	750.535.700 (7,8%)
11-15	3 (4,2%)	41 (4,6%)	377.656.600 (3,9%)
16-20	6 (8,3%)	108 (12,0%)	1.025.980.000 (10,6%)
21-25	5 (6,9%)	115 (12,8%)	1.052.441.500 (10,9%)
26 y más	5 (6,9%)	449 (50,1%)	5.304.997.800 (54,9%)
Total	72 (100%)	897 (100%)	9.663.383.400 (100%)
Fuente: Elaboración propia sobre datos CICYT			

En lo que se refiere a los investigadores participantes, el CSIC, la Universidad Complutense de Madrid, la Universidad Autónoma de Barcelona, la Universidad de Barcelona y la Universidad Autónoma de Madrid son las cinco instituciones con mayor número de investigadores responsables de proyectos, con 175, 33, 20, 18 y 17 respectivamente –el total de investigadores con al menos un proyecto de investigación es de 568-. De nuevo es el CSIC, con sus numerosos centros de investigación, la institución que lidera el panorama nacional.

El número de proyectos y la financiación obtenida por centro, investigador, tipo de acción y programa se muestra en las tablas incluidas en el Apéndice VIII.

Principales centros del CSIC

Es importante hacer referencia a tres centros emblemáticos del CSIC, que han jugado un papel fundamental y de gran incidencia en el desarrollo de la ciencia base en biología y en la aparición de la biotecnología en España. Es por ello por lo que a continuación se

ofrece una breve ilustración de lo que representa cada uno de estos como tributo a la relevancia que han tenido en la historia reciente del desarrollo de la ciencia en España.

El Centro de Investigaciones Biológicas (CIB). Se estableció a finales de los años cincuenta -aunque su construcción data de 1953 no fue oficialmente inaugurado hasta 1958- en el campus que el CSIC tiene en el centro de Madrid. En la etapa inicial, varios institutos de investigación independientes con líneas de trabajo perfectamente identificadas se incorporaron a este centro, como es el caso del Santiago Ramón y Cajal de Neurobiología, Jaime Ferrán de Microbiología y Gregorio Marañón de Endocrinología. A principios de los años sesenta se incorporó al centro un grupo de científicos nacionales con estancias postdoctorales en el extranjero (EE.UU., Reino Unido, Alemania), especializados en los campos emergentes de la bioquímica y la biología molecular, extendiendo estas dos disciplinas en España. La gran mayoría de los investigadores involucrados en el lanzamiento de los otros dos centros principales, Centro de Biología Molecular y Centro Nacional de Biotecnología, y un número importante de los profesores que tomaron posesión de las cátedras de bioquímica en las diferentes universidades españolas y que integraron esta disciplina a finales de los años sesenta, ha sido formado en el Centro de Investigaciones Biológicas (Santesmases y Muñoz, 1997). Este centro ha sufrido diferentes reestructuraciones y reorganizaciones, después de experimentar múltiples fases de crecimiento y de crisis, resistiendo a los momentos críticos y experimentando una fuerte evolución favorable en la presencia de científicos principales en el escenario nacional, para seguir siendo una referencia en España en el estudio de algunos aspectos concretos de la biología moderna. No obstante, el edificio y las instalaciones se están quedando obsoletas y requieren un reforma.

Actualmente en el CIB trabajan alrededor de 250 personas, 80 científicos de plantilla, 26 científicos contratados con formación postdoctoral, 51 ayudantes de investigación y 97 becarios predoctorales, además de todas aquellas personas (unas 100) dedicadas a tareas administrativas o de apoyo técnico.

Está estructurado en seis departamentos: “Biología Celular y Desarrollo”, “Biología de Plantas”, “Estructura y Función de Proteínas”, “Fisiopatología y Genética Molecular

Humana”, “Inmunología”, y “Microbiología Molecular”. Las líneas de investigación que mantiene cada uno de los departamentos son:

Departamento de Biología Celular y Desarrollo

- Iniciación, bloqueo y terminación de la replicación
- Barreras de replicación del DNA en eucariontes y su relación con las mutaciones dinámicas
- Identificación y clonaje de genes involucrados en la diferenciación celular
- Regulación de la proliferación celular
- Estrés y muerte celular
- Clonaje molecular y caracterización funcional de genes del grupo Polycomb de ratón
- Identificación de elementos de control de genes de queratinas en ratones transgénicos
- Control transcripcional en eucariotas
- Biología Celular y del desarrollo de Nematodos
- Organización telomérica en *Chironomus thummi*
- Localización cromosómica de proteínas implicadas en procesos de transcripción
- Estructura de la cromatina y actividad transcripcional en células politenizadas de *Chironomus*
- Biología del desarrollo de *Drosophila*
- Regulación de la expresión génica durante la gametogénesis
- Desarrollo de sistemas de cultivo in vitro de células germinales y marcadores genéticos para toxicología reproductiva
- Biología de la reproducción
- Regulación y acción de los factores de crecimiento de la familia de la insulina en el desarrollo embrionario temprano
- Caracterización en la neurogénesis retiniana de los efectos y vías de activación de factores de crecimiento
- Papel de la Hsc70 en la supervivencia celular y su regulación en el desarrollo temprano
- Redes de citoquinas en el desarrollo y la regeneración neural

Departamento de Biología de Plantas

- Microarquitectura del nucleoesqueleto y actividades asociadas
- Efecto de metabolitos secundarios de plantas sobre plagas agrícolas
- Potencial de inhibidores de proteasas en el control de plagas
- Biología y control del curculiónido *A. marieaefranciscae*, plaga de la remolacha azucarera
- Estrategias para el control de los ácaros del jamón
- Monitoreo de la evolución de la resistencia de los taladros al maíz Bt
- Biología celular y fisiología de la embriogénesis de microsporas inducida por estrés para obtención de haploides
- Organización funcional del núcleo en relación a programas de desarrollo y progresión del ciclo celular en plantas
- Desarrollo y optimización de técnicas para estudios de identificación molecular in situ en diferentes microscopías
- Formaciones sensitivas: localización, ultraestructura y función
- Alteraciones morfológicas inducidas por estrés oxidativo
- Bioquímica farmacológica y toxicológica, Morfología funcional
- Virología molecular de plantas
- Proteínas nucleolares y proliferación celular
- El funcionamiento del nucleolo en el espacio, bajo microgravedad
- Patogénesis de virus de plantas y mecanismos de resistencia en plantas

Departamento de Estructura y Función de Proteínas

- La proteína desacoplante de tejido adiposo pardo, UCP1
- Nuevas UCPs: Regulación de la UCP2
- Regulación de la eficiencia de la fosforilación oxidativa en *S. cerevisiae*
- Bioquímica y biología molecular del óxido nítrico
- Diseño de péptidos con acción leishmanicida
- Metabolismo energético de *Leishmania*

- Estructura-función de las proteínas homólogas tubulina y FtsZ
- Mecanismos de reconocimiento molecular de taxoides por microtúbulos
- Dispersión de rayos X y biocomputación
- Desarrollo de una vacuna recombinante efectiva frente a la infección por L.infantum
- Proteínas que intervienen en la reparación del DNA del kinetoplásto de L.infantum: la beta DNA polimerasa
- Proteínas que intervienen en la duplicación de los minicírculos de DNA del kinetoplásto de L.infantum: la Topoisomerasa II
- Fotobioquímica Vegetal
- Replicación de la hebra líder de pMV158
- Control de la replicación de pMV158
- Síntesis de la cadena retrasada de pMV158
- Movilización de pMV148
- El regulón mal de S.pneumoniae
- Métodos avanzados de centrifugación analítica
- Interacciones funcionales de proteínas del citoesqueleto (tubulina y FtsZ) blanco de acción de agentes terapéuticos
- Interacciones funcionales de proteínas de adhesión celular vascular
- Biología Estructural de Proteínas

Departamento de Fisiopatología y Genética Molecular Humana

- Prevención de minusvalías mediante el consejo genético
- Cuestiones éticas relacionadas con la genética del desarrollo embrionario humano
- Fijación Directa del N₂
- Microbiología Aplicada
- Utilización de Alfa fetoproteína (AFP) como marcador de procesos tumorales
- Radicales libres y envejecimiento
- Regulación hormonal del metabolismo hepático
- Patología y Genética molecular humana

Departamento de Inmunología

- Influencia de CD4 y CD2 en las señales del complejo TCR/CD3 de líneas T CD4⁺ de fenotipo Th2
- Señales positivas y negativas mediadas por CD4
- Otras moléculas coestimuladoras
- Interacciones de linfocitos con fibronectina
- Regulación de la apoptosis en LLC-B por moléculas de adhesión
- Identificación de dominios funcionales en la subunidad 4 de las integrinas 4β1 y 4β7
- Análisis del papel funcional de VLA-4 en el desarrollo del mieloma múltiple
- Caracterización estructural y funcional del sistema de receptores para TGF-β1 en células estromales de médula ósea
- Receptores de Membrana
- Papel del p53 en la resistencia de líneas celulares a irradiación, Regulación de Fas/FasL
- Mutaciones de p53 como herramientas para definir sus funciones
- Implicación de los mecanismos de reparación del DNA en la capacidad de algunos factores de proliferación de rescatar células tras daño en su DNA
- Apoptosis en la Leucemia Linfocítica crónica de células B (LLC-B)
- Modelo de destrucción tisular por apoptosis: La periodontitis destructiva
- Mecanismos Celulares de Acción de Taxoides Fluorescentes
- Diferenciación de Linfocitos Humanos
- Genética del Complemento, Estructura y función del sistema RCA
- Bases moleculares de la alcaptonuria
- Genes en la región 1q32 implicados en cáncer de mama
- Genes causantes de epilepsias
- Genes humanos de la familia SIX/sine oculis y su implicación en malformaciones congénitas
- Mecanismo de la fusión celular inducida por el virus vaccinia: identificación y caracterización de las proteínas implicadas y su aplicación al desarrollo de nuevos vectores recombinantes más seguros

Departamento de Microbiología Molecular

- Estudio y evaluación de los mecanismos enzimáticos y radicalarios en la degradación de la lignina por hongos de los géneros *Pleurotus* y *Phanerochaete*
- Deslignificación biológica en la fabricación del papel: Optimización de mezclas de enzimas para el tratamiento de paja de cereales y otros materiales no leñosos
- Estudio de los extraíbles de la madera en la fabricación de pasta y papel: Implicaciones técnicas y ambientales y eliminación biológica
- Biodegradación de compuestos aromáticos contaminantes de suelos por hongos del género *Pleurotus*
- Aislamiento y caracterización de nuevos polisacáridos de las paredes celulares de *A. bisporus*
- Mecanismos celulares y moleculares del micoparasitismo de *Verticillium fungicola* sobre los cultivos industriales de *Agaricus bisporus*
- Caracterización de algunos Birnavirus, Rhabdovirus y *Aeromonas* implicados en enfermedades de peces, Estudio de sus interacciones y virulencia
- Desarrollo de métodos diagnósticos y estudio de virus líticos y persistentes que afectan a dorada (*Sparus auratus* L.)
- Nuevos marcadores quimotaxonómicos
- Pared celular, degradación y proteínas asociadas
- Estudios moleculares de factores de patogeneidad de *Streptococcus pneumoniae*: cápsulas, bacteriófagos y proteínas de unión a colina
- Eliminación biológica de contaminantes: Análisis y manipulación de rutas catabólicas bacterianas para la mineralización o transformación de compuestos aromáticos
- El factor transcripcional PacC: estructura y función
- Base molecular de la alcaptonuria
- Biología Molecular de iniciadores de la replicación del DNA
- Biología Molecular de inhibidores de la replicación del DNA
- Biología Molecular de Hongos Basidiomicetos

El Centro de Biología Molecular (CBM) tomó la batuta del CIB de cara a desarrollar y potenciar la biología molecular en España. El proyecto empezó alrededor de principios

de los setenta y estaba basado científicamente (y políticamente) en el retorno eventual a España desde los Estados Unidos del Premio Nobel Severo Ochoa, que pudo obtener suficiente apoyo financiero para su equipo y la infraestructura necesaria de la Fundación Nacional de la Ciencia. El proyecto original previsto estaba basado en el “fichaje” de los investigadores más eminentes de España en bioquímica, biología molecular y biofísica, ubicándolos en un nuevo centro a crear, centro de investigación multidisciplinar. El proyecto disfrutó de un fuerte apoyo científico y financiero, pero sufría dificultades políticas causadas por el Ministro de Educación y Ciencia de uno de los últimos gobiernos del régimen de Franco, excesivamente conservador. El proyecto estaba en peligro debido a esta oposición. La sustitución de este Ministro y el acceso al puesto de subsecretario del Ministerio de Educación y Ciencia de un renombrado bioquímico, el Profesor Federico Mayor Zaragoza, presidente de la Sección de Bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Madrid, permitió una reorientación del proyecto, con el objetivo de reducir su tamaño y cambiar su ubicación junto a la Facultad de Ciencias de esa Universidad. El Centro, con este nuevo formato, logró acabarse en 1974 y fue inaugurado el 27 de septiembre de 1975, en un contexto socio-político de máxima dificultad, en una ceremonia oficial presidida por los príncipes de España, su Alteza Real el Príncipe Juan Carlos (actual Rey de España) y Doña Sofía.

El Centro surge de la unión del Instituto de Biología Molecular de la UAM, de los Institutos de Biología del Desarrollo y Bioquímica Macromolecular del CSIC y de la Sección de Genética del Desarrollo del CSIC. Además, se integra un Departamento Técnico que dota al Centro de Biología Molecular de una gran infraestructura experimental y técnica. Es, pues, un centro mixto del CSIC y de la UAM.

Desde entonces, el CBM se ha convertido en un centro de especial relevancia en la producción de conocimiento y ha sido considerado en los años noventa como uno de los centros europeos líderes de investigación en biología molecular, junto con el Laboratorio Europeo de Biología Molecular (EMBL) y los Departamentos de la misma disciplina en Oxford y Cambridge.

Actualmente goza de cinco áreas científicas: biología celular, biología del desarrollo, neurobiología, inmunología y virología, y regulación de la expresión génica. Tiene 40 líneas de investigación y 9 líneas en formación, con la siguiente distribución:

Biología del Desarrollo

- Análisis genético de mecanismos morfogénéticos en *Drosophila*.
- Mecanismos de señalización en el desarrollo.
- Neurogénesis y miogénesis en *Drosophila*.
- Biología molecular del desarrollo de *Drosophila*.
- Control genético de la morfogénesis.
- Control genético de la división celular en *Drosophila*.

Línea de investigación en formación

- Formación de patrones morfológicos en *Drosophila*.
- Sistema inmune del ratón.

Biología Celular

- Biogénesis mitocondrial en mamíferos.
- Estudios sobre factores que regulan la dinámica de microtúbulos: efecto de la fosforilación.
- Biología molecular de la activación celular y sus implicaciones terapéuticas.
- Transporte de proteínas: mecanismos moleculares involucrados en el transporte de proteínas lisosomales y vacuolares.

Línea de investigación en formación

- Citoesqueleto y nucleoesqueleto.
- Grupo de Terapia Génica Experimental.

Inmunología y virología

- Transducción de señales a través del receptor para el antígeno de células T.
- Bases moleculares de la patogenicidad y del potencial anti-tumoral de los parvovirus.
- Biología de la infección de células por virus animales.
- Variabilidad genética del virus RNA.
- Activación del sistema inmune.
- Replicación del DNA y ciclo celular, Geminivirus.
- Inmunología de los antígenos de histocompatibilidad.
- Regulación de la transcripción en la actividad endotelial y linfocitaria.
- Replicación y transcripción del DNA del bacteriófago f29.
- Desarrollo del sistema linfohematopoyético.
- Virus de la peste porcina africana.

Neurobiología

- Microtúbulos.
- Mecanismos de transducción; modulación por neuropéptidos e implicaciones farmacológicas.
- Bases moleculares de la neurotransmisión mediada por aminoácidos.
- Bases moleculares de la adaptación al ejercicio.
- Señalización celular mediada por receptores de siete dominios transmembrana y papel fisiopatológico de sus mecanismos de regulación.
- Neurotransmisión y desarrollo.
- Mecanismos de envejecimiento y neurodegeneración.
- Neuropatología molecular de la enfermedad de Alzheimer.

Línea de investigación en formación

- Bases moleculares de la plasticidad neuronal.
- Química de proteínas y proteómica.

Regulación de la expresión génica

- Parasitología molecular.
- Expresión génica en linfocitos T humanos.
- Biología molecular de microorganismos extremófilos.
- Mantenimiento y variabilidad del genoma: enzimología de la reparación del DNA.
- Estructura y función del ribosoma.
- Síntesis de proteínas y su regulación en eucariontes.
- Expresión génica en *Streptomyces* y levaduras.
- Regulación de la actividad genética por hormonas.
- Estructura cromatínica y transcripción.
- Envolturas celulares.
- Bases moleculares de las enfermedades metabólicas.

Líneas de investigación en formación

- División celular bacteriana y resistencia a antibióticos.
- Biotecnología y genética de bacterias termófilas extremas.
- Regulación de la expresión génica específica de tejido.
- Regulación de la expresión génica por regiones no codificantes de mRNA eucarióticos.

Dentro de las actividades docentes, el CBM, a través del departamento de Biología Molecular, en colaboración con la Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Ciencias, puso en marcha un programa formativo de especialización específico en Biotecnología, el Master en Biotecnología. En el año 2000-2001 se ha realizado el “V Master en Biotecnología”, con la colaboración de 23 empresas (Al Air Liquide España S.A., Amershan Pharmacia Biotech S.A., Becton Dickinson Labware S.A., Beckman Instruments S.A., Bio-Rad Laboratories S.A., Biogen Científica S.L., Cultek S.L., Gencibio S.L., Genesys Instrumentación S.L., Iberlabo S.A., Innogenetics Diagnóstica y Terapéutica S.A., Izasa, Lab-Center S.L., Labclinics S.A., Life Technologies S.A.,

Merck, Millipore Iberica S.A., Pacisa y Giralt S.L., Pe Biosystems, Roche Diagnostics, Sigma Aldrich Química, T.D.I. S.A.), y con el siguiente contenido temático:

- Manipulación de DNA en células procarióticas y eucarióticas.
- Clonado, secuenciación y expresión de genes.
- Manipulación de células. Mejora de estirpes productoras. Producción de anticuerpos monoclonales.
- Mutagénesis dirigida.
- Procesos en biotecnología. Fermentación. Biorreactores.
- Separaciones biomoleculares.

El Centro Nacional de Biotecnología (CNB) es el último de esta tríada. Este centro es uno de los resultados principales del Programa Movilizador en Biotecnología y se concibió como un centro moderno dotado de la mejor infraestructura posible. Las ambiciones del proyecto se enfrentaron con el constreñimiento impuesto por la Ley Administrativa en España, surgiendo muchas dificultades relativas a las tendencias innovadoras previstas en el proyecto original: el nombramiento de un Director internacional, importante infraestructura en ingeniería para construir laboratorios capaces de trabajar con los organismos genéticamente modificados (OMGs).

El proyecto del CNB comenzó en 1984-1985 y contó con el apoyo de figuras políticamente relevantes, como el Ministro de Educación y Ciencia del momento (José María Maravall), dos Secretarios de Estado, de Universidades e Investigación (Carmina Virgili y Juan Rojo). Sin embargo y a pesar de este apoyo, las barreras administrativas retrasaron el proyecto, terminado en 1992. La actividad investigadora del CNB comenzó en 1987 en una localización temporal hasta la apertura del nuevo edificio, situado en el Campus de Cantoblanco de la Universidad Autónoma de Madrid, en 1992. La apertura oficial tuvo lugar ese año, con cuatro Departamentos. Actualmente su configuración departamental, líneas de investigación y objetivos son los siguientes:

- Departamento de Biología Molecular y Celular.

Objetivos: desarrollar procedimientos de control de las enfermedades de salud humana y animal.

Líneas de investigación: modelos animales por manipulación genética; poxvirus y vacunas; bases moleculares de la expresión génica, tropismo, virulencia y protección en coronavirus; transcripción y replicación del RNA del virus de la gripe; biología molecular de birnavirus.

- Departamento de Biotecnología Microbiana.

Objetivos: desarrollar microorganismos de utilidad potencial en cualquiera de los tres sectores económicos: químico-farmacéutico, agricultura y medio ambiente.

Líneas de investigación: identificación molecular de *Rhizoctonia Solani*, Genética, Control biológico; microbiología medioambiental; bases moleculares de la patogenicidad en hongos; estabilidad genómica en *Bacillus Subtilis*; expresión génica heteróloga y secreción en bacterias Gram-Positivas de aplicación industrial; regulación del metabolismo de hidrocarburos en bacterias: aplicaciones a la biotecnología del petróleo; laboratorio de control genético del ciclo celular; genética molecular de *Streptomyces*.

- Departamento Genética Molecular de Plantas.

Objetivos: desarrollar plantas transgénicas resistentes a los patógenos y al stres medioambiental.

Líneas de investigación: genes reguladores de plantas; biotecnología de virus de cultivos hortícolas; mecanismos de infección del virus de la Sharka; biología molecular de la respuesta de defensa vegetal; transmisión de señales en la reacción de la planta a herida.

- Departamento de Estructura de Macromoléculas.

Objetivos: resolver las estructuras biológicas a alta resolución.

Líneas de investigación: biología estructural a partir de datos de microscopía electrónica 3D: algoritmos, aplicaciones y nuevas bases de datos; análisis de complejos macromoleculares; análisis estructural de proteínas; grupo diseño de proteínas.

Estos cuatro departamentos fueron creados en 1992, con el inicio del CNB. A finales de 1996 se puso en marcha un nuevo Departamento, concebido como un joint-venture entre CSIC y la empresa Pharmacia&Upjohn, con el nombre de Departamento Mixto de Inmunología y Oncología. Este Departamento es un hito en el proceso de colaboración entre la industria y el sistema público de investigación, que tiene las siguientes líneas de investigación: biología molecular y manipulación génica del sistema hematopoyético; ciclo celular y mecanismos de supresión tumoral; telómeros y telomerasas de mamíferos; importancia de Pp56lck y fosfatidilinositol 3-Quinasa en la proliferación y muerte celular; mecanismos de transducción de señal de I1-2r; identificación y análisis funcional de reguladores del desarrollo en el ratón.

Además, existen catorce unidades interdepartamentales que dan apoyo técnico y desarrollo en otros aspectos de la biotecnología: biocomputación; microscopía electrónica; espectroscopía resonancia magnética nuclear; micropurificación y microsecuencia de proteínas; espectroscopía de masas; síntesis y diseño de proteínas, síntesis y secuencia de ácidos nucleicos; fermentación; procesamiento Down-stream; producción en masa de células eucariontes; análisis y síntesis química.

Cuenta en la actualidad con 32 científicos (8 profesores de investigación, 7 investigadores y 17 colaboradores científicos), 72 postdoctorales, 114 becarios predoctorales y 28 técnicos de investigación.

Las universidades y otros Centros Públicos de Investigación.

La clasificación de las universidades según los proyectos de investigación obtenidos de los programas Nacionales y Europeos se muestra en la tabla 3.22 donde aparecen, cuando es posible, las Facultades de cada Universidad.

El cuadro se corresponde con las líneas establecidas en la investigación biológica de las universidades españolas: las dos Universidades Autónomas (Madrid y Barcelona) han liderado las actuaciones de investigación llevadas a cabo en los últimos diez años. La Universidad Complutense de Madrid, la universidad española más grande, está relativamente bien ubicada, aunque la posición principal de la Facultad de Veterinaria resulta sorprendente y puede entenderse como una consecuencia indirecta del declive de la Facultad de Ciencias Biológicas, de la Facultad de Química y de la Facultad de Farmacia, centros de investigación principales en microbiología y bioquímica, a nivel nacional, desde principios de los sesenta. Un rasgo que emerge de los datos presentados (tabla 3.22) es la fuerza con que la biotecnología se ha extendido por todo el territorio español, como en las regiones de Andalucía (Sevilla, Córdoba), Castilla - León (Salamanca, León), Valencia y Asturias (Oviedo).

La concentración de proyectos por investigador muestra una diversidad entre las instituciones y regiones (alta concentración en el Universidad de Salamanca, Universidad de Oviedo, Universidad de León, Universidad de Córdoba y Universidad Politécnica de Valencia).

En el sector agrícola, el papel del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) debe ser enfatizado. Esta institución, dependiente del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, ha obtenido diecinueve proyectos -de fuentes españolas y europeas- realizados por 11 investigadores, siete de ellos pertenecientes al Centro de Investigación y Tecnología, y 4 al Centro de Investigación en Sanidad Animal. Estos fondos obtenidos a través de los proyectos financiados suponen una entrada adicional al presupuesto del organismo, presupuesto que proviene de los recursos asignados al Ministerio de los Presupuestos Generales del Estado.

El Centro de Investigación en Sanidad Animal (CISA) fue creado en 1993, y actualmente cuenta con un departamento de sanidad animal, el servicio de coordinación científica y el servicio de seguridad biológica y mantenimiento. Sus líneas de I+D más destacadas son:

Tabla 3.22.- Distribución de proyectos financiados en biotecnología (programas nacionales y de la U.E.) e investigadores según universidad.

Institución	Proyectos (número)	Investigadores (líderes de los proyectos)
Universidad Autónoma de Barcelona Facultad de Ciencias	30 10	18 5
Universidad Autónoma de Madrid *	27	20
Universidad Complutense de Madrid Facultad de Veterinaria	28 9	22 8
Universidad de Sevilla Facultad de Biología	24 13	16 9
Universidad de Valencia Facultad de Biología	22 12	15 8
Universidad de Barcelona Facultad de Biología	19 8	15 8
Universidad de Córdoba	18	9
Universidad Politécnica de Madrid Escuela Superior Ingenieros Agrónomos	18 11	13 9
Universidad de Salamanca Facultad de Biología	18 12	9 2
Universidad de Alcalá Henares (Madrid) Facultad de Ciencias y Farmacia	17 8	15 6
Universidad Politécnica de Valencia	14	8
Universidad de Oviedo	14	7
Universidad de León	14	5
* Hay una alta participación de la Universidad con el Centro de Biología Molecular		
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la CICYT (Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología)		

1. Investigación de enfermedades infecciosas animales, exóticas y de interés económico para los sectores productivos.

- Desarrollo de nuevos métodos de diagnóstico con reactivos no infecciosos.

- Desarrollo de vacunas de nueva generación.
 - Estudios de patología, patogenia e inmunohistoquímica de enfermedades infecciosas.
2. Desarrollo de Sistemas Biológicos de Detección de Agentes Ambientales para la Evaluación, Control y Seguimiento del Estado Sanitario de las Poblaciones Animales Naturales y de los Sistemas de Producción.

En lo que se refiere a las instituciones del Sistema Nacional de Salud (hospitales, universidades asociadas a hospitales clínicos), puede decirse que han gozado de poco protagonismo en el desarrollo de la biotecnología en España. La agencia encargada de promover la investigación biomédica en España, el Fondo de Investigaciones Sanitarias (FIS), no ha contemplado entre sus áreas específicas de financiación y actuación ninguna relacionada con la investigación biotecnológica. Por otro lado, han sido pocas las instituciones implicadas en los Programas Nacionales y Europeos: la Clínica de la Concepción de la Fundación Jiménez Díaz de Madrid ha obtenido 8 proyectos dirigidos por 5 investigadores. La mayoría de los hospitales científicamente productivos obtienen la mayor parte de su financiación del Fondo de Investigaciones Sanitarias (FIS) y por consiguiente están llevando a cabo actividades relacionadas con la biotecnología, aunque no esté reconocido como tal, sobre todo en los campos como la genética humana, neurobiología, inmunología, biología molecular y celular. El número y tareas de los comités involucrados en la financiación de la investigación del FIS han sido reorganizados recientemente (1998), teniendo actualmente cuatro comisiones técnicas:

1. Investigación Básica orientada en Biomedicina y Ciencias de la Salud.
2. Investigación Clínica, en Fisiopatología y Terapéutica.
3. Investigación Epidemiológica, en Salud Pública y Servicios de Salud.
4. Investigación Sociosanitaria y Telemedicina.

Dentro de la estructura del Plan Nacional, las actividades del FIS se enmarcan dentro del Área Sectorial Sociosanitaria y del Área Científico-Tecnológica de Biomedicina, abarcando ésta última las áreas de conocimiento en que la biología, la bioquímica y otras disciplinas relacionadas sirven de base y vehículo para la resolución de problemas de salud del ser humano, que no se limitan a las posibles alteraciones o enfermedades,

sino al mejor conocimiento de su fisiología y desarrollo normal y armónico. Se incluyen igualmente la investigación en salud pública y en servicios de salud, donde la epidemiología, la sociología, la economía y otras disciplinas afines tienen su aplicación. Los objetivos científicos-tecnológicos del área de Biomedicina, según se recogen en el Plan, son los siguientes:

1. Investigación, desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías
 - Investigación genómica y sus consecuencias
 - Desarrollo de modelos animales y celulares para el estudio de enfermedades humanas
 - Terapia génica e ingeniería celular tisular
 - Investigación farmacéutica

2. Investigación clínica, fisiopatológica y terapéutica
 - Investigación fisiopatológica
 - Avances en el diagnóstico y pronóstico
 - Nuevos desarrollos terapéuticos
 - La medicina frente al envejecimiento de la población
 - Aplicación de desarrollos tecnológicos a la práctica médica

3. Investigación epidemiológica en salud pública y en servicios de salud
 - Salud pública
 - Epidemiología comunitaria, genética y molecular
 - Gestión clínica

4. El Área Sectorial Sociosanitaria incluye acciones en tres subáreas: envejecimiento, nutrición y salud y evaluación de tecnologías sanitarias.

3.3.2. Relación entre ciencia base e industria

Mucho más difícil es evaluar la eficiencia del flujo de producción de conocimiento del sistema de investigación a la industria. En este sentido, el trabajo exploratorio de las actividades en ciencia base de las empresas del sector, y debido a la horizontalidad de la

biotecnología, se ha realizado para cada uno de los subsectores de estudio de referencia -biofarmacéutico y agroalimentario-, ya que la complejidad y las propias pautas de actuación de cada uno de ellos, con distintas necesidades y canales de comunicación, así lo aconsejaba. Por ello, en este apartado sólo se ofrecen breves apuntes sobre los aspectos generales que competen a la relación entre la ciencia base y la industria, relación que se analiza de forma más profunda en los capítulos 4 y 5.

Uno de los objetivos principales de los Planes Nacionales en I+D y sus programas era potenciar las colaboraciones entre la investigación y la industria, y basar la investigación científica realizada en las necesidades del sector industrial. Sin embargo, los resultados obtenidos a lo largo de las dos décadas de actuación de los Planes Nacionales han sido bastante limitados. Dos razones, por lo menos, pueden servir como variables explicativas de esta situación. La primera se refiere a las características de la industria española, que ha sido dependiente de los desarrollos tecnológicos extranjeros. Esta dependencia es particularmente relevante en el caso de la biotecnología, que influye en dos sectores industriales como es el agroalimentario y el químico-farmacéutico, donde las grandes multinacionales se convierten en actores clave capaces de asumir significativos riesgos económicos y técnicos, difíciles de seguir por aquellas comunidades científicas que cuentan con recursos económicos (públicos) limitados, (actualmente sólo las comunidades científicas de EE.UU., Gran Bretaña, Alemania, Francia, Países Bajos y Suiza son capaces de competir en este sentido, comunidades influyentes que pertenecen a países con gran tradición industrial y de acumulación de capital). Además, el panorama nacional se caracteriza por la falta de cultura innovadora en el tejido industrial y por la ausencia de nuevas estrategias empresariales capaces de entender y obtener beneficio del progreso científico.

La segunda explicación reside en el desarrollo de la investigación en biología y biomedicina, caracterizada por su gran intensidad, que ha generado un proceso acelerado en la producción de conocimiento, algunas veces alejados de cualquier aplicación y, paradójicamente, llevando asociado, de forma casi inmediata, algún uso práctico o producto eventual. Los avances científicos producidos a gran velocidad en campos como la biología molecular y la biotecnología no encuentran en la empresa una solvente capacidad de respuesta para asimilarlas.

Esta situación de conflicto, no obstante, no significa un obstáculo en la participación de las sociedades de capital riesgo en la biotecnología, entendida como un sector propicio para la inversión. En España, las iniciativas llevadas a cabo por estas entidades financieras han sido mínimas, aunque parece que los resultados obtenidos en los dos últimos años (2000 y 2001) ofrecen un panorama más alentador, con el “aterrizaje” definitivo de alrededor de sesenta empresas de capital riesgo dispuestas a invertir en proyectos competitivos de biotecnología. La aparición de pequeñas empresas a partir del año 2000, basadas en el conocimiento y en la presencia en sus plantillas de científicos (empresas “spin-off”, empresas dedicadas a la biotecnología), es otro de los factores que protagonizarán el desarrollo futuro de la biotecnología, éxito condicionado a la articulación de una legislación que permita realmente el fomento y aparición de estas “spin-off”. Pero aún a pesar de experimentar una evolución positiva en ambos factores en los últimos años, las empresas y las sociedades de capital riesgo españolas están muy lejos de esta cultura innovadora y de estas pautas de actuación.

Por otro lado, la comunidad científica española ha encontrado en la publicación de los resultados en revistas internacionales la legitimación y reconocimiento de su capacitación, cualificación y competitividad a nivel internacional. La adopción del objetivo principal de la publicación como indicador de relevancia científica según el criterio de la investigación básica (basado en el sistema de “revisión por pares”) se ha instalado en el sistema público de I+D. La comunidad científica internacional demanda para su apoyo sistemático, de forma histórica, la investigación per se, objetivos frecuentemente modificados por los decisores políticos y por los fondos privados, que intentan dirigirlos hacia objetivos de relevancia socioeconómica, asignando recursos a objetivos concretos y específicos, y que en la mayoría de los casos motivan de forma especial a la comunidad científica.

La comunidad científica española sigue, por imitación, los modelos de los líderes mundiales, aunque evidentemente el retraso temporal que conlleva el propio proceso de imitación impide a los investigadores nacionales convertirse en referencia internacional. El desfase temporal es una de las variables que condiciona la competitividad. La propia comunidad está tomando conciencia de la tendencia creciente hacia la aplicabilidad de la investigación, y a su responsabilidad social, aunque se enfrenta a distintas dificultades para aplicar éstos criterios. Dos son las razones fundamentales: su propia cultura, y las

limitaciones y la falta de desarrollo industrial capaz para demandar un tipo de conocimiento concreto, y, por lo tanto, de influir en las pautas de conducta y de comportamiento de los investigadores.

Sin embargo, algunos de los líderes españoles han optado por una estrategia mixta, que posibilita la realización de una investigación competitiva a nivel internacional y su acomodo en áreas de investigación (“nichos”), donde pueden contribuir de forma significativa. Algunas pequeñas y medianas empresas han seguido estrategias similares, rentabilizando recursos anteriores -el conocimiento tácito de sus expertos, directores y especialistas- para alcanzar “nichos” de producción en segmentos de mercado que permiten su supervivencia e incluso su éxito comercial.

Centros privados y ciencia base: las empresas y las organizaciones no gubernamentales.

Las siguientes empresas han sido financiadas mediante proyectos de investigación (el número entre paréntesis indica los proyectos otorgados a cada uno de ellos):

- Agro Millora Catalan, S.A. (1).
- Alergia e Inmunología Abelló, S.A. (1), Esta empresa ha desaparecido como consecuencia de la compra por una multinacional.
- Asturgen, S.L. (1).
- Biodetox, S.L. (1).
- Fundación Banco Bilbao-Vizcaya (Madrid-Bilbao) (1).
- Fundación Bosch Gimpera (Barcelona) (2).
- Fundación Centro de Estudios, Fomento de la Investigación (Madrid) (1).
- Fundación Instituto de Investigaciones Oncológicas (Barcelona) (4).
- Fundación Valenciana de Investigaciones Biomédicas - Instituto de Investigaciones Citológicas (Valencia) (1).

El análisis de los proyectos financiados ha servido como instrumento para la caracterización de la Ciencia Base en biotecnología en España desde un punto de vista institucional. El subsistema revela un grado importante de centralización, aunque coexiste con un nivel importante de expansión en lo que se refiere a los centros de

investigación más cualificados de las regiones más importantes. El subsistema español de la ciencia base en biotecnología aparece coherente con su trayectoria evolutiva.

A pesar de la escasa participación entre 1990 y 1999 de las empresas en proyectos de investigación básica en comparación con el protagonismo ostentado por los centros públicos de investigación, la creación de nuevas empresas, la mayoría de ellas pequeñas, de corte meramente biotecnológico (empresas biotecnológicas cuya actividad principal y fundamental es la biotecnología) en los tres últimos años de la década de los noventa -y cuya evolución se prevé en continuo ascenso- relanza la implicación del tejido empresarial con la ciencia base, lo que lleva implícito, también, una relación más directa con el conocimiento generado en los organismos públicos de investigación y las universidades, aumentando el número de colaboraciones entre ambos colectivos, que empieza a entenderse como estructural -sistemática-.

La realidad de los años noventa en el sector biotecnológico, por el contrario, está marcada por la presencia de empresas con una actividad diversificada -principalmente en los sectores biofarmacéutico y agroalimentario-, que incorporan la biotecnología como una oportunidad de negocio. Esto limita la capacidad de apuesta por las nuevas tecnologías (ya que las líneas estratégicas están previamente establecidas) y la inversión en ciencia base (motivado entre otras cosas por el alto grado de incertidumbre y el largo plazo de rentabilidad, además de la aparición de la problemática de la aceptación social).

Esta situación, que caracteriza al sector biotecnológico hasta mediados de los años noventa, sufre una evolución, como ya se comentó anteriormente, en la segunda mitad, con la aparición de estas empresas biotecnológicas que se configuran alrededor de la tecnología, y que demandan la participación de grupos de investigación ubicados en los centros públicos para los nuevos desarrollos. La interacción se produce mediante canales informales de comunicación y el flujo es bidireccional. La iniciativa en los contactos surge indistintamente en ambos colectivos. Estas conexiones emergen de forma espontánea derivadas de las necesidades y déficits inherentes del sistema de innovación, al margen de las medidas adoptadas por los decisores públicos a este respecto.

Inversión privada.

La evolución de la inversión privada en España mostró una tendencia creciente. En 1998 el estudio anual de inversión privada y de capital riesgo en los estados de Europa (Anuario 1998) muestra la presencia en España, a finales de ese año, de 48 inversores privados, con una suma de 68 mil millones de pesetas (alrededor de 409 millones de euros), ocho veces los existentes en 1997. En este sentido, puede decirse que no existe escasez de fondos debido a las importantes inversiones de las grandes empresas españolas, inversión que está concentrándose cada vez más en las compañías consolidadas, donde la estrategia de financiación de las denominadas “start-up” no está contemplada. A este respecto, el sector biofarmacéutico, liderado en España por las grandes empresas multinacionales, ha tomado conciencia a finales de los noventa de las posibilidades que ofrece la contratación externa de determinados servicios, mediante empresas “start-up”, cuyo sistema permite una adaptación más rápida y flexible al mercado (buscando soluciones determinadas a problemas determinados) y una reorientación de la estrategia empresarial. La externalización de la I+D, o de determinados laboratorios, servicios o departamentos, es una de las innovaciones que caracteriza la evolución de este sector dentro del ámbito de la biotecnología.

Productos industriales y servicios son los sectores que atrajeron la mayoría de las inversiones, seguidos por “otros servicios”. La inversión en agricultura representó el 12,2%, químicos y materiales el 6,1%, mientras la inversión en temas relacionados con la medicina y la salud ascendió sólo al 0,9%, resultando meramente testimonial la inversión específica en biotecnología (6,6 millones de pesetas, 40.000 euros, menos del 0,02%).

Hasta 1998 la actividad de las empresas privadas, incluidos los incentivos fiscales, era regulada por el Real Decreto 1/1986, aunque sufrió enmiendas en varias ocasiones. El discurso oficial de las autoridades Gubernamentales se centró en la necesidad de crear un marco competitivo adecuado para las pequeñas y medianas empresas, aunque los pasos a seguir y las medidas a adoptar no se habían tomado a finales de 1999. Los cambios, anhelados por el tejido industrial y por el propio sistema de innovación, se esperaban para los primeros años del nuevo milenio.

3.4. La protección de la investigación.

3.4.1. El derecho de propiedad intelectual (IPR), las patentes. Comparación entre países.

El derecho a la propiedad intelectual se está convirtiendo en un factor crítico en un mundo marcado por la competitividad y la globalización. El propósito inicial de promover el derecho de propiedad intelectual es mantener los incentivos para la creación de nuevas invenciones, sobre todo por los inventores individuales. La propiedad intelectual se articula principalmente en torno a las patentes, derechos de propiedad literaria, marcas, secretos comerciales y derechos de criadores de plantas. Las patentes están consideradas como un importante incentivo para las grandes empresas, para motivarlas y animarlas a inventar e invertir un porcentaje de sus ganancias (y ventas) en I+D y en actividades de innovación. Esto es particularmente cierto para los sectores con una gran tradición en la realización de actividades de I+D, y para aquellos cuyos productos requieren procesos más largos de comercialización. En este sentido, el sector farmacéutico resulta paradigmático, mientras otros, como el sector de la agroalimentación, ha operado tradicionalmente de acuerdo a una estrategia totalmente diferente.

A pesar del reconocimiento de las patentes como un buen instrumento para incentivar la inversión privada en innovación, su práctica no ha estado ausente de fuertes controversias: la consideración de las patentes como instrumento rápido de diseminación de la información de las nuevas invenciones se contrapone a la concepción de la patente como herramienta de bloqueo al acceso libre de la información. En lo que se refiere a los países en vías de desarrollo, hay cierta unanimidad de opinión respecto a los sistemas de I+D, principalmente diseñados, según afirman, por los países más poderosos y ricos con el único propósito de aprovechar –y beneficiarse- de las fuentes naturales existentes en los países en desarrollo. En el contexto de este debate, se defiende también que las patentes llevan a la creación de posiciones de monopolio por parte de las grandes empresas en determinadas áreas industriales, lo que supone un aumento de los costes sociales.

Estos conflictos se reflejan en las diferencias existentes entre las leyes de patentes de las diferentes naciones. Una revisión hecha por Pamela Smith (1996) citada por Dronamraju en su libro “Biological and Social Issues in Biotechnology Sharing” (1998) estableció una clasificación de las naciones según la fuerza de sus leyes de propiedad intelectual (IP), en comparación a las normas referidas a los derechos de propiedad intelectual (IPR) propuestas por la Cámara de Comercio Americana.

- Normas mínimas: Francia, Alemania, Países Bajos, Reino Unido.

- Leyes generalmente buenas: Austria, Grecia, Irlanda y España.

- La mayoría de los países en vías de desarrollo poseen leyes defectuosas o leyes con protección inadecuada.

La emergencia de las nuevas biotecnologías ha elevado la magnitud e intensidad del debate sobre el derecho de propiedad intelectual, en general, y principalmente sobre las patentes. El éxito comercial de la biotecnología es un hecho bien conocido en EE.UU., donde la mayoría de las empresas, según muestran los estudios de mercado realizados, enfocaron las actividades de investigación y desarrollo al cuidado de salud humana. La agricultura y los productos químicos sólo eran considerados como prioritarios por un pequeño grupo de empresas, con una menor representación, incluso, de las aplicaciones medioambientales. Esta situación, no obstante, ha experimentado y sigue experimentando notables fluctuaciones, dependiendo de las crisis -ocasionadas por determinados medios de comunicación sensacionalistas, que aumentan la aprehensión social motivada por la compleja naturaleza del progreso biotecnológico; en este contexto debe constatarse la existencia de reacciones paradójicas y ambiguas por parte de la sociedad-, que han provocado en la sociedad una mayor implicación y comprensión de la problemática planteada, demandando una regulación que garantice la seguridad de los nuevos productos o procesos desarrollados. A finales de los años noventa la situación se caracterizaba por una plena aceptación de la ingeniería genética en humanos a través de los tratamientos de terapia génica, con una posición de rechazo (más o menos fuerte) respecto al diseño genético de plantas y animales.

Las controversias en torno a la patentabilidad de las invenciones biotecnológicas también son frecuentes en el debate social sobre los usos de las nuevas biotecnologías. Uno de los aspectos más polémicos de este tema es la discusión sobre la patentabilidad de genes humanos. Otro aspecto sobre los derechos de propiedad intelectual que han levantado profundas reacciones en los países en vías de desarrollo concierne a la protección de plantas modificadas, incluyendo el cultivo de alimentos y las plantas usadas para la elaboración de medicamentos. Los derechos sobre los cultivos de plantas se han convertido en asunto de especial atención, atención que se ha centrado fundamentalmente en el rechazo a la estrategia seguida por las grandes empresas en el desarrollo de nuevas plantas transgénicas basada únicamente en la obtención de beneficios, sin tener en consideración los aspectos sociales que comporta.

Esta situación de conflicto se ha agudizado con la tendencia creciente a la privatización de la investigación del sector público. Debido a los recortes presupuestarios en relación con la “financiación de centros”, un número creciente de universidades ha considerado la oportunidad de la contratación de determinadas investigaciones con el sector privado, con la comercialización del conocimiento e invenciones generadas con fondos públicos, y la controversia que esto suscita, situación, que por otro lado, no resulta homogénea entre distintos países e instituciones.

El diálogo entre las naciones desarrolladas y las que se encuentran actualmente en vías de desarrollo parece una necesidad, no fácil, para aunar esfuerzos y desarrollar un sistema de propiedad intelectual que pueda satisfacer los intereses económicos (y sociales) de ambas regiones.

3.4.2. Tratados internacionales.

Como ya se ha mencionado, las diferentes naciones desarrollan distintas regulaciones y normas nacionales con respecto a los derechos de propiedad intelectual. Por consiguiente, sólo los acuerdos internacionales pueden supervisar la observancia o violación de las regulaciones de patentes.

El siguiente apartado resume la historia y la situación de los tratados internacionales con respecto a las patentes y a las variedades de plantas:

- La Convención de París.

Hasta el 1 de junio de 1978, los solicitantes de patentes extranjeras dependían de los derechos concedidos por el Convenio de París para la protección de la Propiedad Industrial, que se firmó el 20 de marzo de 1883 y entró en vigor el 7 de julio de 1884, firmado por 97 Estados (Argelia, Argentina, Australia, Austria, Bahamas, Barbados, Bélgica, Benin, Brasil, Bulgaria, Burkina Faso, Burundi, Camerún, Canadá, República Central Africana, Chad, China, Congo, Cuba, Chipre, Checoslovaquia, Dinamarca, República Dominicana, Egipto, Finlandia, Francia, Gabón, República Democrática Alemana, República Federal Alemana, Ghana, Grecia, Guinea, Guinea-Bissau, Haití, Holy See, Hungría, Islandia, Indonesia, Irán, Irak, Irlanda, Israel, Italia, Costa de Marfil, Japón, Jordania, Kenia, República Democrática Popular de Corea, República de Corea, Líbano, Libia, Liechtenstein, Luxemburgo, Madagascar, Malawi, Malta, Mauritania, Mauritia, Méjico, Mónaco, Mongolia, Marruecos, Holanda, Nueva Zelanda, Níger, Nigeria, Noruega, Filipinas, Polonia, Portugal, Rumania, Ruanda, San Marino, Senegal, Sur África, Unión Soviética, España, Sri Lanka, Sudán, Suriname, Suecia, Suiza, Siria, República de Tanzania, Togo, Trinidad y Tobago, Túnez, Turquía, Uganda, Reino Unido, Estados Unidos, Uruguay, Vietnam, Yugoslavia, Zaire, Zambia y Zimbabwe). Desde entonces se ha revisado, por lo menos, nueve veces, la última de ellas en Estocolmo el 14 de julio de 1967.

Es un Tratado universal que establece los derechos básicos para la protección de la propiedad. Se preocupa por una gran variedad de patentes industriales. Este acuerdo otorga el Beneficio de prioridad unionista, por el cual el depositario de la solicitud en uno de los países de la unión goza de un derecho de prioridad para efectuar el depósito en cualquier otro país miembro. El período de prioridad es de doce meses, particularmente pertinente para las invenciones biológicas.

Así pues, a partir del 1 de junio de 1978 la Convención de París queda sin efecto, siendo la Convención Europea de Patentes y el Tratado de Cooperación de Patentes los escenarios para la aceptación de solicitudes.

- La Convención de Patentes Europeas.

Estableció una Oficina Europea de Patentes (EPO) de carácter supranacional, con el objetivo de dotar de cierto dinamismo a los procedimientos, a la vez del establecimiento de una ley de patentes homogénea para Europa –un sistema común de concesión-, desarrollando la protección de las patentes. El depósito de una solicitud en un país miembro del Convenio puede permitir la obtención de la patente en aquellos países miembros en que la invención quiere ser protegida. Este Tratado entró en vigor el 7 de octubre de 1977 y fue ratificado por 13 Estados (Austria, Bélgica, Francia, República Federal de Alemania, Gran Bretaña, Grecia, Italia, Liechtenstein, Luxemburgo, Holanda, España, Suecia y Suiza).

Una segunda Convención, la *Convención de Patentes de la Comunidad (CPC)*, permite mantener durante un siglo la patente, cubriendo toda la Comunidad Europea.

- *El Tratado de Cooperación.*

El Tratado de Cooperación en materia de patentes de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual de 19 de junio de 1970, que camina en la misma dirección que la Convención de París, permite incrementar el derecho de prioridad en la solicitud de una patente a veinte meses –en lugar de 12 del Convenio de París-. Además, posibilita, con el inicio de un sólo proceso de solicitud, la tramitación de la misma en más de setenta Estados. El principal objetivo de este Tratado de Cooperación es simplificar los trámites extranjeros de aplicación de patentes y reducir el costo evitando las múltiples tramitaciones. Se distribuye el informe de reconocimiento internacional y una copia de la aplicación a la oficina de patentes en cada país miembro de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO) en Ginebra (Suiza). Entra en vigor el 24 de enero de 1978, ratificado por 40 Estados (Australia, Austria, Bélgica, Benin, Brasil, Bulgaria, Camerún, República Central Africana, Chad, Congo, Dinamarca, Finlandia, Francia, Gabón, Alemania, Gran Bretaña, Hungría, Italia, Japón, República Democrática Popular de Corea, República de Corea, Liechtenstein, Luxemburgo, Madagascar, Malawi, Mali, Mauritania, Mónaco, Holanda, Noruega, Rumania, Senegal, Unión Soviética, Sri Lanka, Sudán, Suecia, Suiza, Togo y Estados Unidos). La última modificación se realizó el 3 de febrero de 1984.

- *El Tratado de Budapest.*

Sobre el Reconocimiento Internacional del Depósito de Microorganismos a los Fines del Procedimiento en Materia de Patentes de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual de 28 de abril de 1977, cuyo Reglamento de ejecución modificado es de 31 de Enero de 1981, se puso en marcha el 19 de agosto de 1980, firmado por 22 Estados (Australia, Austria, Bélgica, Bulgaria, Dinamarca, Finlandia, Francia, República Federal de Alemania, Hungría, Italia, Japón, República de Corea, Liechtenstein, Holanda, Noruega, Filipinas, Unión Soviética, España, Suecia, Suiza, Reino Unido y Estados Unidos). El número de miembros está abierto a cualquier país que pertenezca a la Convención de París.

Está principalmente enfocado a proporcionar el reconocimiento por el estado miembro del depósito del microorganismo realizado en cualquier otro país del Tratado. Estas provisiones incluyen una serie de Autoridades Depositarias Internacionales (IDA), instituciones depositarias localizadas en un país miembro y reconocidas por las Organizaciones Nacionales o Internacionales Competentes (WIPO). Los detalles de los depósitos de microorganismos no son especificados por el Tratado, que conceden potestad a las leyes nacionales del país donde se desarrollan los microorganismos. Se requiere información básica, sin embargo, con el depósito original: el nombre y dirección de la Autoridad Depositaria (IDA), el nombre y dirección del depositante, la fecha del depósito original, la referencia identificativa, el número de asentamiento del depósito, y la descripción científica del depósito. Las provisiones se realizan para permitir al depositante hacer un “nuevo depósito” si el original no es de gran viabilidad o cuando está limitado por otras restricciones, como convenios con importaciones y exportaciones; para cubrir las pruebas de viabilidad, el secreto, la disponibilidad de muestras a terceras partes, y el reconocimiento por todos los países miembro.

- *La Convención de Diversidad Biológica (CBD).*

La Convención de Diversidad Biológica fue negociada antes de la Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas (UNCED), celebrada en Río de Janeiro en 1992 y donde se adoptó la llamada “Agenda 21”, que establece una serie de disposiciones específicas para una “Gestión Medioambiental adecuada a la

Biotecnología”, se puso en marcha el 29 de diciembre de 1993. Fue firmada por 159 Gobiernos y la Unión Europea en la Conferencia de UNCED en Río de Janeiro. Se trata de otra norma internacional, de carácter multilateral, que consta de un preámbulo, 42 artículos y dos anexos.

El Artículo 1 de la Convención establece como objetivos “... la conservación de la diversidad biológica, el uso sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de estos recursos”, mientras el Artículo 2 define la Diversidad Biológica como “... variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos entre otras cosas, los ecosistemas terrestres marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas”.

Define la biotecnología como toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus componentes para la creación, modificación de productos o procesos para usos específicos.

En el artículo 8 demanda a los Estados los medios necesarios para regular y controlar los riesgos derivados de la utilización y liberación de organismos vivos modificados genéticamente, ya que pueden causar graves perjuicios al medio ambiente –a la diversidad biológica- y a la salud humana.

Además, dicha Convención, a través de su articulado, reconoce a los Estados la potestad de regular el acceso a los recursos genéticos propios e incide en la necesidad de la transferencia de tecnología.

- Protección de nuevas variedades de plantas. La Unión internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV, París, 1961).

La importancia de la protección de las invenciones biológicas fue un hecho ya reconocido en la Convención de París de 1883. El concepto de proteger “la propiedad industrial” también incluyó los productos agrícolas como los vinos, el grano, la fruta, el ganado... Sin embargo, la protección de las variedades de plantas estuvo marcada por el

escepticismo, ya que se temía que de esta forma, patentando las nuevas variedades, se podría llegar a la escasez de comida por el control y el aumento de costes debido a los monopolios de las empresas poseedoras de patentes. A pesar de ello, varios países europeos aprobaron legislación basada en la naturaleza de los derechos de protección de variedades, sustancialmente distinto a los derechos exclusivos concedidos por las leyes de patentes. Pero la naturaleza y magnitud de estos derechos de protección de variedades variaron enormemente de un país a otro en Europa. La Asociación Internacional de Criadores de Plantas para la Protección de Variedades de Plantas en la Primera Conferencia Internacional sostuvo la Protección de Nuevos Productos de Plantas en París en mayo de 1957. La Conferencia reconoció la “protección de variedad” con “el registro de la semilla” y acentuó la necesidad de crear una nueva “unión” distinta de la Convención de París. Esto fue delegado por la Conferencia a un Comité de Expertos, que conllevó a la Convención UPOV en París en 1961.

La Convención UPOV se firmó inicialmente el 2 de diciembre de 1961 por Bélgica, Dinamarca, Francia, la República Federal de Alemania, Holanda, Italia, y el Reino Unido, pero sólo se hizo efectiva cuando tres países, Alemania, Holanda y Reino Unido ratificaron la Convención el 10 de agosto de 1968.

La Convención protege aquellas variedades vegetales obtenidas según técnicas tradicionales por los horticultores agrónomos o semilleros. Este derecho sólo confiere a su titular la facultad de prohibir las multiplicaciones asexuadas de vegetales y su reventa si son multiplicadas por vía sexuada, por lo que tiene un alcance más limitado que el derecho de patente.

Los puntos más significativos de la Convención UPOV (1961) fueron los siguientes: a) la nueva variedad debe ser claramente distinta de cualquier otra variedad conocida; b) la nueva variedad debe ser homogénea y estable; c) la nueva variedad no ha sido puesta en venta previamente; d) la nueva variedad puede ser protegida por una patente o por un título especial de protección; e) la nueva variedad debe tener una conveniente denominación; f) las condiciones de protección no deben ser de menos de 15 años, y para algunas especies (como los árboles frutales, vinos, árboles del bosque y árboles ornamentales) el período mínimo de protección es 18 años.

La Convención ha sido revisada al menos en tres ocasiones hasta 1991, la última el 19 de marzo de 1991. La Convención se ha revelado como una herramienta útil, proporcionando protección a los criadores de plantas y granjeros. En 1991, tomó un cambio importante eliminando la exención de criadores de una variedad (llamada “variedad esencialmente derivada”) que se deriva predominantemente de otra variedad pero retiene el genotipo esencial de la variedad original.

Aunque el Acta de reforma de 19 de marzo de 1991 sí permite la doble protección de las variedades vegetales por el Derecho de Obtención Vegetal y simultáneamente por el Derecho de patente, sin embargo este Acta no ha sido ratificado hasta la fecha por el número necesario de países para que entre en vigor.

UPOV ha crecido en el número de miembros. En 1993, tenía 22 miembros y otros países han seguido los pasos para convertirse en miembros efectivos. La aplicación creciente de nuevas técnicas biotecnológicas a la investigación y desarrollo agronómico está haciendo más indispensable la unión de todos los países UPOV.

3.4.3. La acción de la Comisión Europea y la Convención de Patentes Europea.

Las aplicaciones de los desarrollos biotecnológicos se convierten en un gran desafío para la atribución de patentes, ya sea en lo que respecta al criterio de novedad y la actividad inventiva a sustancias naturales que ya existen en la naturaleza o en la consideración de la ética de la patentabilidad en los seres vivos.

En cualquier caso, la Comisión Europea ha permanecido en el dominio de la regulación, y, aún siendo consciente del distinto comportamiento de las oficinas nacionales de patentes, ha intentado armonizar la legislación sobre las patentes de las invenciones biotecnológicas en los Países Miembros Europeos. La tarea no ha resultado nada fácil. Esta labor comenzó en 1988 con el objetivo de proteger jurídicamente las invenciones biotecnológicas, no de crear una Ley de la Biotecnología. Fueron necesarios diez años para adoptar la Directiva (98/44), emitida por el Parlamento Europeo y del Consejo de 6 de Julio de 1998 relativa a la protección jurídica de invenciones biotecnológicas. Entretanto, se produjo el rechazo del Parlamento Europeo en 1995 del Proyecto de Directiva, lo que condujo a una larga polémica sobre la aprobación de la misma. La

Directiva 98/44 entremezcló implicaciones éticas y jurídicas con respecto al uso de tecnologías biológicas con el objetivo de regular la protección de las invenciones biotecnológicas. Con todas las limitaciones del caso y las complejidades políticas y sociales, los expertos consideran la Directiva como algo razonable. Sin embargo, la situación se encuentra con problemas adicionales cuando los Países Miembros tienen que integrar la Directiva a su Legislación Nacional. El plazo máximo para su transposición en los derechos internos concluía el 30 de julio de 2000 (art. 15.1 de la Directiva “los Estados miembros adoptarán las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas necesarias para dar cumplimiento a lo establecido en la presente Directiva a más tardar el 30 de julio de 2000. Informarán inmediatamente de ello a la Comisión”) sin que hasta esa fecha ningún Estado hubiera dado cumplimiento todavía a las obligaciones comunitarias.

Respecto a esta Directiva y a su transposición, la Resolución del Parlamento Europeo sobre el futuro del sector de la Biotecnología de 15 de marzo de 2001 hace hincapié en esta necesidad e insta a todos los Estados miembros a que la ratifiquen, de tal manera que se consiga un marco jurídico que asegure el correcto funcionamiento de la industria, como consta en el apartado 15.

Actualmente los Estados que han traspuesto la Directiva son Dinamarca, Finlandia, Irlanda y Reino Unido. Existen otros siete Estados –Alemania, Austria, España, Holanda, Italia, Luxemburgo y Portugal- que tienen un Proyecto de Ley para llevar a cabo de forma inminente la transposición, mientras Bélgica, Francia, Grecia y Suecia mantienen su postura de no transposición y sin elaboración del Proyecto de Ley. En el caso de Francia el Comité Consultivo de Ética sobre Ciencias de la Vida y de la Salud (de carácter consultivo y, por lo tanto, no vinculante) se ha pronunciado en contra de la Directiva y de su transposición por entenderla ambigua y poco clarificadora, y por entender que en algunos aspectos se aleja de los principios recogidos en la legislación francesa. En esta misma línea –de oposición y recelo- se encuentra los Países Bajos, que interpuso un recurso de anulación, presentado en octubre de 1988, ante el Tribunal Europeo, e Italia, con un recurso de anulación presentado en diciembre de 1998. Queda patente, pues, las tremendas dificultades por las que ha pasado y sigue pasando la Directiva.

En el caso de España la incorporación al Derecho español de la Directiva 98/44 del Parlamento Europeo y del Consejo de 6 de julio de 1998 relativa a la protección jurídica de las invenciones biotecnológicas se pretende realizar mediante el Proyecto de Ley 121/000025 (BOCG 21 de diciembre 2000) por el que se modifica la Ley 11/1986 de 20 de marzo de patentes. Más adelante se entrará con más detalle en la legislación española sobre patentes. Entretanto, la Oficina Europea de Patentes (EPO) ha impuesto la Convención de Patentes Europea (EPC) y ha permanecido especialmente activa, concediendo patentes y asumiendo las decisiones de la protección de invenciones relacionadas al uso de animales, vegetales, cosechas y material genético. La doctrina general aplicada es no oponerse a la protección de material animal o vegetal pero sí a las invenciones que son contrarias a la buena moral y al respeto público.

3.4.4. Las patentes biotecnológicas.

La patentabilidad de las invenciones de la biotecnología entre 1994 y 1997 ofrece la dimensión de la dinámica tecnológica de esta tecnología horizontal. Los datos tomados de los Informes Anuales sobre la Supervisión Tecnológica de la Biotecnología, recuperando las patentes de la base de la Clasificación Internacional de Patentes (IPC) bajo la subclase que incluye enzimas, microorganismos, ácidos nucleicos y técnicas de la ingeniería genética, nos sitúa en un contexto determinado. Las patentes relacionadas con las invenciones biotecnológicas están alrededor del 1 por ciento del total de invenciones patentadas cada año (tabla 3.23).

Tabla 3.23.- Distribución anual de patentes (1994 - 1997).

Año	Patentes	Patentes de biotecnología	%
1994	371.000	4.235	1,1
1995	418.185	4.406	1,05
1996	425.000	4.500	1,1
1997	430.940	4.310	1,0
Fuente: "Challenges of biotechnology", 1997. Elaboración			

La distribución de patentes en biotecnología entre las grandes regiones a nivel mundial muestran a Estados Unidos en primer lugar, donde se originan el 35-40 por ciento, y a Japón, en segundo lugar, con casi el 35 por ciento. Los países pertenecientes a la Convención Europea de Patentes suman casi el 18 por ciento, registrando las patentes en la Oficina Europea de Patentes (EPO). La tabla 3.24 muestra el número de patentes de algunos de los países europeos más importantes durante los años 1994 y 1995.

Tabla 3.24.- Distribución de patentes según países europeos (1994 - 1995).

Países	Año			
	1994		1995	
	Número	%	Número	%
Austria	7	0.2	10	0.2
Alemania	209	5.0	247	5.6
Irlanda	-	-	1	0.0
Francia	127	3.0	120	2.7
Grecia	1	0.0	3	0.1
Holanda	71	1.7	58	1.3
Reino Unido	194	4.6	195	4.4
España	11	0.3	23	0.5
Fuente. "Challenges of biotechnology", 1997 .Elaboración propia				

De los países europeos, Alemania es el más activo patentando, seguido del Reino Unido y Francia. Estos tres países juntos suman el 70 por ciento de las patentes biotecnológicas generadas en los países EPC (18 por ciento del total). La posición de los Países Bajos es bastante relevante si se toma en consideración las dimensiones del país.

3.4.5. Reglas y mecanismos para los derechos de propiedad intelectual académica. Condiciones de empleo y efectos en la comercialización.

Este problema está lejos de ser esencial para el desarrollo de la biotecnología en España. Hay una falta de tradición por patentar los descubrimientos científicos y técnicos en la comunidad de investigadores del sistema público de investigación, aunque esta tendencia parece sufrir en los últimos años y en sectores determinados (entre los que se

encuentra la biotecnología) una evolución positiva hacia la patentabilidad de los nuevos desarrollos. Los escasos y tradicionales lazos entre la industria española y la investigación académica, junto con el estatuto de “los funcionarios públicos” para los investigadores de las universidades y los centros de investigación estatales con respecto a sus carreras de investigación -acceso, promoción y reconocimiento- ha formado esa conducta.

Por otro lado, la comunidad científica española formuló como uno de sus objetivos principales la consecución del reconocimiento internacional del mundo científico, cuyo mecanismo principal proviene de la publicación de artículos científicos en las revistas internacionales más importantes. Por ello, los investigadores del sistema público de investigación no han desarrollado un estatuto especial con respecto a sus derechos de propiedad intelectual, convirtiéndose en los canalizadores de los acuerdos firmados entre las instituciones y las empresas. El CSIC es la organización que tiene una mayor tradición en España en tratar estos aspectos económicos de la producción de conocimiento y en traspasar el conocimiento al sector industrial, mientras los investigadores de las universidades han permanecido rezagados en las transacciones incluidas en el proceso de transferencia de tecnología. Las organizaciones específicas, Oficinas de Transferencia de Resultados de la Investigación, OTRI, se han establecido en las últimas dos décadas con el propósito de evaluar y negociar el flujo de conocimiento entre las empresas y las instituciones públicas de investigación. El CSIC se encaminó hacia este tipo de iniciativas desde principios de los ochenta, mientras estas unidades aparecieron en las universidades en los ochenta y principios de los noventa.

La ausencia de incentivos, económicos principalmente y de reconocimiento a nivel nacional e internacional en segunda instancia, se revela como uno de los problemas históricos y más importantes de la transferencia de tecnología: la consecución de contratos con el sector industrial no produce beneficios económicos, por lo menos en lo que se refiere a los centros e institutos del CSIC (una de las instituciones públicas españolas de I+D más importantes), a los investigadores responsables y participantes en los mismos, y tampoco es suficientemente reconocido, a nivel curricular, en la promoción y carrera profesional del científico. La motivación, pues, es mínima y únicamente de carácter personal e individual.

3.4.6. Procedimiento para la negociación de patentes.

En el caso que nos ocupa, las invenciones en el sector de la biotecnología pueden producirse en cada uno de los subsectores identificados, principalmente en salud humana y animal, agroalimentación y medio ambiente. Respecto al primero, pueden entenderse como invenciones las referidas al diagnóstico más rápido y selección de tratamientos a medida del paciente, el desarrollo de nuevos fármacos dirigidos al descubrimiento de nuevas dianas terapéuticas, la predicción de la actividad de fármacos y toxinas y la determinación de mecanismos farmacológicos.

En cuanto a la agroalimentación, las invenciones más importantes son aquellas que hacen referencia a la modificación genética de cosechas y cultivos –incluyendo las plantas y animales modificados genéticamente con mayor resistencia a pesticidas, mejora nutricional, mejora de bioprocesos de fabricación, etc-. Las invenciones referidas al medio ambiente se centran en el control analítico del agua, del aire, de residuos sólidos, y en el desarrollo de biosensores.

A pesar de esta diferenciación y clasificación de las invenciones biotecnológicas, las pautas de actuación seguidas por las organizaciones españolas para la demanda de patentes de los conocimientos e invenciones de sus investigadores son muy similares, que responden a los siguientes pasos y recomendaciones:

- 1.- Aplicación de los investigadores.
- 2.- Evaluación por las instituciones.
- 3.- Aceptación, después de una evaluación positiva, para su registro en España.
- 4.- Los gastos se cubren por la organización central (CSIC o Universidad).
- 5.- Después de un año, la patente demandada está internacionalmente extendida.
- 6.- Una segunda evaluación sólo se emprende si su interés industrial se expresa claramente.
- 7.- El procedimiento se ajusta al Tratado de Cooperación de Patentes (PCT) y permite los derechos para un máximo de 30 meses.
- 8.- Los gastos también son cubiertos por la institución principal (CSIC, Universidad) que proporciona una declaración de interés para una empresa y un compromiso de pagar el registro de la patente.

9.- Los derechos se conceden a los investigadores del CSIC con una proporción del 30%, como máximo, después de deducir los costes de la patente.

10.- Los futuros ingresos se asignan según la siguiente proporción: el 19% son asignados al CSIC de los que un 16% son para el Instituto donde la investigación ha sido realizada para cubrir los gastos generales y el 3% para la organización central del CSIC (Servicios Centrales). El 81% se asigna al Instituto, con un 30% que se lleva el investigador principal para su inversión en la línea de investigación.

3.4.7. Normas de ámbito nacional sobre patentabilidad de invenciones biotecnológicas.

- Ley de Propiedad Intelectual (11 de noviembre de 1987).

- Ley 11/1986 sobre Patentes (20 de marzo).

Recopila los requisitos para la patentabilidad de las actividades innovadoras y la aplicación industrial. La Ley especifica una serie de aspectos que no pueden ser considerados como invenciones: descubrimientos, teorías científicas, métodos matemáticos, trabajos literarios y artísticos así como otros aspectos que no deben patentarse por razones de orden social y político: invenciones contrarias a los buenos hábitos morales y públicos, las variedades de plantas, las razas animales y los procedimientos biológicos esenciales para la obtención de plantas y animales.

Se dan los detalles sobre las demandas y procedimientos de las patentes así como los lugares donde pueden presentarse las patentes.

La Ley 11/1986 se desarrolló por Real Decreto 2245/1986, de 10 de octubre, titulado las Regulaciones para las Aplicaciones de la Ley de las Patentes.

- El Real Decreto 2424/1986 sobre la Aplicación de la Convención de Patentes Europeas (Convención de Munich de 1973) recopila todos los procedimientos para la solicitud de patentes y el reconocimiento de las patentes europeas en España.

- La Ley de Protección de la Obtención de Plantas, de 12 de marzo de 1975.

Protege los derechos del obtenedor de nuevas variedades de plantas considerando una serie de requisitos: diferencias con las variedades existentes en uno o varios rasgos morfológicos o fisiológicos; homogeneidad total de sus rasgos que se obtienen con el sistema de reproducción o multiplicación y estabilidad de los rasgos esenciales.

La protección concedida varía dependiendo del tipo de plantas, Por ejemplo, el período para las herbáceas es de 15 años y de 18 años para las leñosas.

El poder de concesión se le atribuye al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, y específicamente al Instituto Nacional de Semilleros y Criaderos de Plantas.

- Ley 3/2000, actualización de la anterior.

- Proyecto de Ley (BOCG 21 de diciembre de 2000) por la que se modifica la Ley 11/1986 de 20 de marzo para la incorporación al derecho español de la Directiva 98/44 del Parlamento Europeo y del Consejo de 6 de julio de 1998, relativa a la protección jurídica de las invenciones biotecnológicas. Dicho proyecto fue presentado el 18 de diciembre de 2000, calificado el 19 de diciembre y sometido a debate de la totalidad de iniciativas legislativas el 22 de febrero de 2001 (284 votos emitidos de los que 6 fueron a favor, 277 en contra y una abstención).

3.5. Legislación Española sobre Biotecnología

3.5.1. Principios fundamentales

La Constitución Española de 1978 contiene varios artículos con principios que afectan a diversos aspectos del desarrollo de la biotecnología.

Con respecto a los experimentos genéticos y a los usos y aplicaciones que pueden derivarse de ellos, hay varios derechos y principios que deben tenerse en cuenta.

El art. 10. - Pide el respeto a la dignidad de las personas.

El art. 14. - Preserva el principio de equidad y no discriminación, igualdad, por circunstancias de nacimiento, raza, sexo, religión, opinión o por cualquier otra condición o circunstancia personal o social. Corre así contra cualquier teoría que proponga restricciones genéticas o defienda un determinismo genético.

El art. 15. - Reconoce el derecho a la vida y a la integridad física y moral del individuo que prevalecerá por encima de cualquier experimentación práctica.

El art. 18. - Se refiere al honor y a la intimidad personal, sobre todo con respecto a la confidencialidad de los datos genéticos recogidos con diferentes objetivos: investigación, medicina preventiva y terapéutica.

El art. 48. – Concede potestad a los poderes públicos para proteger la salud de la población. La administración pública debe obligarse a garantizar que la investigación biológica y sus aplicaciones no causen daño a la salud y, al mismo tiempo, debe potenciar el desarrollo de la biotecnología y sus aplicaciones considerando que estas pueden beneficiar el estado de salud de la población.

Otros artículos relacionados más específicamente con los problemas de promoción y desarrollo de las actividades biotecnológicas son:

El art. 20. - Expresa el derecho a la libertad de actividades creativas y de producción científica, un derecho que obviamente incluye las actividades biotecnológicas.

El art. 44.2. – Los poderes públicos promoverán la ciencia y la investigación científica y técnica en beneficio del interés general. Los aspectos que se escapen de los deberes de las autoridades públicas en el desarrollo de la ciencia y las actividades científicas deben responder al interés público. Según este artículo, las autoridades se obligan no sólo a facilitar la investigación y desarrollo en el área de la biotecnología, sino que deben conducirla.

El art. 49. - Invita a las autoridades públicas a diseñar y poner en práctica políticas de apoyo a los tratamientos médicos, rehabilitación e integración social de los disminuidos físicos, sensoriales y psíquicos, prestándoles atención especializada. En este contexto, la

biotecnología y sus aplicaciones ofrecen posibilidades prometedoras para contribuir a la prevención y tratamiento de esos problemas.

3.5.2. Leyes específicas.

Normas de ámbito nacional relativas a la investigación biotecnológica.

- La Ley 15/1994, de 3 de junio, establece el régimen jurídico de la utilización confinada, liberación voluntaria y comercialización de organismos genéticamente modificados con el objetivo de prevenir los riesgos para la salud humana y el medio ambiente. La Ley se estructura en siete capítulos –1. Disposiciones generales, 2. Utilización confinada de OMGs, 3. Liberación voluntaria de OMGs, 4. Comercialización de OMGs o de los productos que los contienen, 5. Información y control, 6. Infracciones y sanciones, 7. Competencias administrativas- y tres disposiciones adicionales –1. Falta de resolución expresa, 2. Abono de gastos, 3. Comisión Nacional de Bioseguridad-.

El cultivo y la comercialización de las plantas transgénicas o modificadas genéticamente se regulan en España a través de esta Ley y del Real Decreto 951/1997, de 20 de junio.

Esta Ley incorpora al ordenamiento jurídico español el contenido de las Directivas comunitarias 90/219/CEE, de 23 de abril, (modificada por la directiva 98/81) relativa a la utilización confinada de microorganismos modificados genéticamente, no aplicable al caso de las plantas, y la 90/220/CEE, de 23 de abril, sobre la liberación intencional en el medio ambiente de organismos modificados genéticamente, regulando no sólo los ensayos en campo sino también la comercialización de nuevas plantas transgénicas. La incorporación de estas Directivas a la legislación española se produce con cuatro años de retraso, ya que en el año 1990 dicha legislación fue aprobada por la Unión Europea. La Ley se compone de 31 artículos estructurados a lo largo de siete capítulos, dos disposiciones adicionales y seis disposiciones finales, donde el principio de precaución es la idea sobre la que se basa este procedimiento.

La Ley 15/1994 únicamente incorpora las dos Directivas europeas aunque con ciertas especificidades, algunas derivadas de la organización del Estado español. En cuanto a la Directiva 90/219/CEE la ley española hace extensiva estas disposiciones a todos los organismos, por lo que también se controlan los pasos previos de la investigación en laboratorio e invernaderos con plantas transgénicas. En el caso de experimentos llevados a cabo bajo límites medio ambientales –uso confinado- o de liberación voluntaria la autorización corresponde a las Autoridades Regionales, con excepción de los casos en que supongan una posible incorporación a medicamentos de uso humano y/o veterinario así como en el supuesto de investigación básica del Estado, que corresponderá a la Administración General. La comercialización se concede por un Órgano Colegiado de la Administración General cuyo número de miembros no se detalló en el texto legal.

El Capítulo VII de la Ley establece la distribución de competencias entre la Administración General del Estado y las Comunidades Autónomas, donde la primera es competente en la concesión de autorizaciones de comercialización de organismos modificados genéticamente o de productos que los contengan, la concesión de autorizaciones de utilización confinada y de liberación voluntaria de estos organismos en los casos de incorporación a medicamentos de uso humano o veterinario, a productos y artículos sanitarios y a aquellos que por afectar al ser humano pueden suponer un riesgo para la salud de las personas, conforme a la Ley 14/1986 General de Sanidad y a la Ley 25/1990 del Medicamento.

El Órgano Colegiado está presidido por el Ministerio de Medio Ambiente y está compuesto por representantes de los ministerios de Sanidad y Consumo, Agricultura, Pesca y Alimentación, Ciencia y Tecnología, y Educación, Cultura y Deportes.

Las autorizaciones se conceden, por los funcionarios, sin la intervención de expertos, salvo la Comisión Nacional de Bioseguridad con un papel consultivo. La participación eventual de Organizaciones No Gubernamentales, sindicatos y otros actores sociales, queda excluida.

La Comisión Nacional de Bioseguridad es un órgano colegiado de carácter consultivo adscrito al Ministerio de Medio Ambiente, compuesta por el presidente, un

representante del Ministerio de Medio Ambiente designado por el Secretario General de Medio Ambiente, vocales, un representante de todos los ministerios implicados -Medio Ambiente, Sanidad y Consumo, Agricultura, Pesca y Alimentación, Ciencia y Tecnología, Educación y Cultura, Interior y Economía y Hacienda-, y hasta un máximo de 6 personas o representantes de instituciones, además de un representante de las CCAA que lo soliciten (Comunidad Foral de Navarra, C.A. de Castilla y León, Aragón y La Rioja)- y por expertos, propuestos por el Órgano Colegiado, en representación de instituciones relacionadas con la materia. Es un Comité consultivo, de carácter eminentemente técnico, que se reúne mensualmente para evaluar las solicitudes que se reciben en España que llevan implícitas el uso de plantas transgénicas. No obstante, se reunirá tantas veces como sea necesario para informar sobre las solicitudes de autorización para actividades realizadas con organismos modificados genéticamente. Esta Comisión informará preceptivamente las solicitudes de autorizaciones que corresponda otorgar a la Administración General del Estado.

Otro problema específico de la Ley española hace referencia al derecho de la sociedad a ser informado, que está presente en otras leyes europeas, mientras en España se apuesta por guardar la confidencialidad.

- El Real Decreto 951/1997, de 20 de junio, que incorpora no sólo el contenido de las Directivas europeas antes citadas no plasmadas en la Ley, sino también aquellas Directivas de la Comisión posteriores adoptadas para adaptar sus anexos al progreso técnico. La Directiva 94/51/CEE, de 7 de noviembre, por la que se adapta al progreso técnico la Directiva 90/219/CEE, y las Directivas 94/15/CEE, de 15 de abril y 97/35/CE, de 18 de junio, por las que se adaptan por primera y segunda vez, respectivamente, la Directiva 90/220/CEE. Es de aplicación a las actividades de utilización confinada, liberación voluntaria y comercialización de OMG o de productos que los contengan, siempre y cuando las modificaciones genéticas no se realicen por métodos tradicionales.

Además, en este Decreto se hace referencia al contenido de algunas Decisiones aprobadas por el Comité Técnico, como son la Decisión 91/448/CEE, de 29 de julio, modificada por la 96/219/CEE, de 16 de enero, en las que se establecen los criterios para determinar el riesgo de los OMG, las Decisiones 92/146/CEE, de 11 de febrero y

94/211/CEE, de 15 de abril, por las que se aprueban los modelos a los que habrán de ajustarse las informaciones remitidas por los Estados miembros a la Comisión, y la Decisión 94/730/CE, de 4 de noviembre, por la que se establecen procedimientos simplificados relativos a la liberación en el medio ambiente de plantas modificadas genéticamente.

El Real Decreto desarrolla los siguientes aspectos:

- Requisitos para la realización de actividades de utilización confinada y liberación voluntaria de organismos modificados genéticamente.
- Obligaciones para la comercialización de este tipo de organismos o de productos que lo contengan.
- Normas sobre información, vigilancia y control de estas actividades.
- Responsabilidad, infracciones y sanciones.
- Composición y competencias del Órgano Colegiado responsable de otorgar las autorizaciones estatales y de la Comisión Nacional de Bioseguridad.

En lo que se refiere al primer aspecto, se entiende por utilización confinada “cualquier actividad por la que se modifique el material genético de un organismo, o por la que éste así modificado, se cultive, almacene, emplee, transporte, destruya o elimine, siempre que en la realización de estas actividades se empleen barreras físicas o una combinación de estas barreras químicas o biológicas, con el fin de limitar su contacto con la población y el medio ambiente”, según aparece en el Capítulo II de la Ley 15/94, y es necesaria la realización de una evaluación previa de los riesgos previsibles para la salud humana y el medio ambiente, verificación de un registro de evaluación, cumplimiento de las normas de seguridad e higiene profesional y aplicación de los principios de buenas prácticas de microbiología, y la autorización preceptiva emitida por el Órgano Competente.

La Directiva 98/81/CEE, de 26 de octubre, clasifica las actividades en riesgo nulo, bajo riesgo, riesgo moderado y alto riesgo, a los que corresponden medidas de confinamiento y permisos de trabajo distintos.

La liberación voluntaria al medio ambiente se define como “la introducción deliberada en el medio ambiente de un organismo o una combinación de organismos modificados genéticamente sin que hayan sido adoptadas medidas de contención tales como barreras físicas o una combinación de éstas con barreras químicas o biológicas, para limitar su contacto con la población y el medio ambiente” en el Capítulo III de la Ley 15/94, debiéndose presentar a la Autoridad Competente un estudio técnico con toda la información –de la notificación, relativa a la planta receptora, a la modificación genética, a la planta modificada genéticamente, al lugar de la liberación, a la liberación, a los planes de control, seguimiento y control de residuos y sobre el impacto en el medio ambiente-, una evaluación de los potenciales efectos y riesgos sobre la salud humana y el medio ambiente, y resultados de liberaciones anteriores en cualquier Estado miembro.

La comercialización de los organismos modificados genéticamente o de los productos que los contienen es definido como “la entrega a terceros de estos organismos o de sus productos” en el Capítulo IV de la Ley y debe presentarse un estudio técnico con toda la información del anexo IV del Reglamento, parte A y anexo V, una evaluación de los posibles efectos directos, indirectos, inmediatos y diferidos en la salud humana y el medio ambiente, las condiciones para la comercialización, propuesta de período de autorización –no más de 10 años-, un plan de seguimiento, una propuesta de etiquetado, de envasado, y un resumen del expediente de acuerdo con un modelo.

El Real Decreto no es de aplicación a los nuevos alimentos y nuevos ingredientes alimentarios incluidos en el ámbito del Reglamento 258/97/CE, de 27 de enero, que se rigen por lo estipulado en el mismo.

- Orden de 23 de mayo de 1998 del MAPA, que regula la comercialización de semillas modificadas genéticamente, que requieren autorización específica para su inscripción en el Registro de Variedades.

- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, respecto a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

- Los Reales Decretos 1945/1983, 50/1993 y 1712/1999, que regulan las infracciones y sanciones, el control oficial de los productos alimenticios y su Registro General Sanitario.

- Ley 42/1988 sobre el Uso de Embriones y Fetos Humanos, de sus células, tejidos y órganos.

El texto legal sólo está compuesto de nueve artículos estructurados alrededor de seis capítulos con dos disposiciones adicionales y una final.

La principal meta es proporcionar el camino para la regulación del uso de embriones humanos y fetos o sus células, tejidos y órganos con los siguientes objetivos: terapéutico, investigación y experimentación. Pero también se dirige a posibles problemas relacionados con las experimentaciones en salud humana en conexión con el proyecto del Genoma Humano.

En el Capítulo III, destinado a la Investigación Científica, Experimentación y Tecnología, el Artículo 7 menciona las actividades de investigación que incluyen material genético humano o material genético híbrido con propósito de llevar a cabo experimentos de tecnología genética. El Artículo 8 establece los requisitos para ese tipo de experimentos que deben seguir según ley con la información sobre el lugar de realización, el período, el material biológico y sus objetivos.

La segunda parte del mismo Artículo 8 ofrece los detalles de los usos de ingeniería genética humana permitidos, que incluyen: diagnóstico propuesto; los proyectos industriales con objetivos preventivos, diagnósticos o terapéuticos; el estudio de secuencias de ADN con objetivos terapéuticos y de investigación, su localización, funciones y patología.

- Ley 35/1988, de 22 de noviembre, sobre Técnicas de Reproducción Asistida que regula la investigación y experimentación en gametos humanos y los embriones “in vitro”.

- Real Decreto 561/1993, de 16 de abril, que junto con la Ley anterior establece los requisitos para la realización de ensayos clínicos.

Disposiciones de las CCAA que han asumido competencias en Bioseguridad.

- Decreto Foral 204/1998, de 22 de junio, de la Comunidad Foral de Navarra, por el que se asignan al departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda las funciones relacionadas con la utilización confinada y liberación voluntaria de organismos modificados genéticamente.
- Ley 8/1998, de 26 de junio, de la Junta de Extremadura, de conservación de la naturaleza y de espacios naturales de Extremadura, El artículo 63 de la Ley establece la competencia de la Dirección General de Medio Ambiente en materia de organismos modificados genéticamente.
- Decreto 142/1998, de 7 de julio, del Gobierno de Aragón, por el que se regula el régimen jurídico en materia de actividades de utilización confinada, liberación voluntaria y comercialización de organismos modificados genéticamente o de productos que los contengan, Se asigna la competencia al Departamento de Agricultura y Medio Ambiente.
- Decreto 255/1998, de 3 de diciembre, de la Junta de Castilla y León, por el que se modifica parcialmente el Decreto 255/1995, de 2 de noviembre, que establece la estructura orgánica de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.
- Decreto 178/1999, de 7 de septiembre, de la Junta de Andalucía, por el que se regulan los órganos competentes en materia de utilización confinada y liberación voluntaria de organismos modificados genéticamente, Se otorga la competencia a la Consejería de Agricultura.
- Decreto 1/2000, de 11 de enero, de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, por el que se atribuyen competencias en materia de organismos modificados

genéticamente o de productos que los contengan. Se crea un órgano colegiado presidido por la Dirección General de Desarrollo Rural.

- Decreto 109/2000, de 1 de junio, de la Comunidad de Madrid, por el que se crea la Oficina de Control de Organismos Modificados Genéticamente y la Comisión Regional de Bioseguridad.

En el capítulo 4 y 5 aparece una relación completa sobre la legislación vigente en nuestro país sobre biotecnología en los subsectores biofarmacéutico (salud humana y animal) y agroalimentario respectivamente.

3.6. La aceptación pública de la biotecnología

Todos los estudios de percepción pública sobre biotecnología en España, especialmente aquellos llevados a cabo dentro del Eurobarometro y algunos realizados a nivel nacional, han mostrado que la sociedad española comparte con el resto de los países miembros europeos actitudes de ambigüedad y ambivalencia con respecto a los usos de la biotecnología. Sin embargo, hay también características específicas de la posición española ante la aplicación de las nuevas técnicas de la biología: ingeniería genética, xenotransplantes, clonación, utilización de embriones para propósitos biomédicos. En general, puede decirse que la sociedad española presentó en todos estos estudios un nivel bajo de información sobre el significado y contenido de la biotecnología, dificultades que aparecen adicionalmente en la distinción entre biotecnología e ingeniería genética (la concepción moderna y la vieja biotecnología), cuyas distinciones no son suficientemente claras para la mayoría de las personas en España. A pesar de ello, “el déficit cognitivo” no parece ser únicamente la explicación de las actitudes sociales españolas hacia la biotecnología. La cultura y los valores tradicionales influyen en algunos de los rasgos específicos de las actitudes españolas. De hecho, los resultados de España muestran una mayor confianza, sobre el promedio, en el progreso científico, pero desconfían de las aplicaciones técnicas, una situación que está por ejemplo en marcado contraste con Alemania, reflexión de las diferentes trayectorias seguidas por los dos países en la consecución de riqueza económica y social. La aceptación española de las aplicaciones de la biotecnología a las plantas, y en particular a los animales, es más alto que en otros países europeos. Hay que tener en cuenta que España es un país

con gran tradición agrícola, y en lo que se refiere a la biotecnología en salud humana y/o animal el estudio español incluido en el Eurobarómetro mostró el porcentaje más alto de aceptación -cerca del 90 por ciento- a los xenotransplantes, actitud basada, fundamentalmente, en la eficaz política de trasplantes cimentada en la solidaridad de donación de los órganos que España ha estado disfrutando en las décadas de los ochenta y noventa.

El esfuerzo pionero a mediados de los años ochenta del Parlamento español por promulgar las regulaciones sobre el aborto y el uso de embriones para fines científicos y médicos fue notable. Esto se produjo como consecuencia del legado político de los parlamentarios socialistas durante el período en el que el Partido Socialista Español obtuvo la mayoría, a pesar de ser un país fuertemente influenciado por la Iglesia Católica. Sin embargo, España ha caminado siempre con retraso con respecto al resto de Estados miembros en la incorporación de las reglamentaciones, Directivas Europeas 90/119 y 90/120 sobre organismos modificados genéticamente (OMG). Sirva como ejemplo los cuatro años de demora en la discusión parlamentaria sobre estas regulaciones. Además, el debate se centró sobre los derechos de la competencia y el papel de los Gobiernos -Central y Autonómicos- en la aprobación de pruebas y experimentos con estos organismos, dejando de lado todos los aspectos técnicos. El Gobierno Central atesoró la autoridad para la aprobación de la comercialización, considerando que la responsabilidad para la aprobación del uso confinado y liberación voluntaria de OMG era de las Comunidades Autónomas. Se necesitaron tres años más para desarrollar las bases administrativas que dotaran de status oficial al Comité Nacional de Bioseguridad, operativo diez años antes de este reconocimiento oficial.

La aparente aceptación pública hasta mediados de los noventa de las aplicaciones de la biotecnología en el sector agronómico en España, comparado con otros países europeos, condujo a las empresas multinacionales y a algunas empresas españolas y centros de investigación públicos a preparar y desarrollar pruebas de campo con varias especies -desde el algodón y el maíz a la remolacha y árboles frutales y plantas-. Este esfuerzo en ciencia base comenzó en los años ochenta, consiguiendo un desarrollo exitoso.

La situación, sin embargo, evolucionó de forma rápida. El debate y las críticas levantadas en Europa sobre las prácticas irregulares en el sector de la alimentación se

instalaron en España a través de la acción, de gran calado, de las organizaciones no gubernamentales de carácter internacional -Greenpeace se ha convertido en la organización líder, secundada por otras organizaciones no gubernamentales que operan a nivel nacional (CODA, Coordinadora de Organizaciones de Defensa Ambiental, Ecologistas en Acción, Vida Sana)-. Estas organizaciones asocian las malas prácticas en la cadena alimenticia con el uso de organismos modificados genéticamente –alimentos transgénicos.

Las estrategias de Monsanto con el herbicida glifosato, operativo en España en la realización de pruebas con diferentes plantas, también fueron objeto, y siguen siéndolo hoy, de las críticas de las organizaciones no gubernamentales, argumentando la existencia de pactos no hechos públicos entre el gobierno, los expertos y las empresas.

Los medios de comunicación (esencialmente los periódicos, y en menor medida la televisión) están transmitiendo a la sociedad todos estos mensajes críticos y negativos que surgen desde las organizaciones no gubernamentales. Los medios se hicieron eco de las dificultades para alcanzar un acuerdo sobre el Protocolo para el Manejo Seguro de los Organismos Modificados Genéticamente dentro de la Convención de Biodiversidad, en la reunión que tuvo lugar en Cartagena de Indias, y el interés en seguir la evolución de la situación es creciente. Igualmente, los medios de comunicación han seguido durante los últimos meses la negativa de los grandes distribuidores de la cadena alimenticia a comercializar “alimentos transgénicos” y la postura de oposición de algunos bancos (europeos) a las inversiones en las empresas de biotecnología. Los medios de comunicación se han convertido en la plataforma de difusión elegida por Greenpeace y otras organizaciones para alcanzar una moratoria en España de los productos transgénicos, como puede comprobarse en los ejemplares del 15 y 16 de septiembre de 1999. Además de la oposición de las organizaciones antes mencionadas y de la posición crítica aparecida en los medios de comunicación en la información recogida y transmitida por éstas instituciones -los medios de comunicación empiezan a dirigir especial atención sobre este asunto (véase el periódico EL PAIS, número del domingo 19 septiembre de 1999)-, la aparición de un nuevo distribuidor en el mercado socioeconómico, la agricultura orgánica (biológica), cuyos representantes (por ejemplo Vida Sana) han sido bastante activos en el movimiento contra la aplicación de la

biotecnología en la agricultura durante los últimos años, provoca un giro espectacular en la situación de “aceptación” y de “tranquilidad” que se respiraba hasta el momento.

La posición anterior de rechazo a la biotecnología está contra-argumentada por las empresas y por los expertos, colectivos ambos que están experimentando más dificultades en su diseminación. Las empresas recurren habitualmente a campañas institucionales, mientras los expertos explotan y usan los canales tradicionales de comunicación de los académicos, como son la publicación de libros (“La Tercera Revolución Verde” y “Los genes que comemos”, por ejemplo) o las reuniones especializadas en diferentes escenarios.

Todo esto ha contribuido y está contribuyendo a la creación de una atmósfera de confusión donde los políticos y los decisores públicos se incorporan, aunque lentamente, de forma decidida, intentando manejar y moldear la situación al interés de sus estrategias. El Senado simplemente decidió, en septiembre de 1999, establecer un comité para fijar una posición ante los problemas de los alimentos transgénicos. Sin embargo, las actividades de este comité se detuvieron por las Elecciones Generales de marzo de 2000.

La aceptación pública en pocas palabras.

a) Apreciación Analítica

Los estudios nacionales llevados a cabo durante 1995 y 1996 centraron sus esfuerzos en una aproximación general, siguiendo las pautas del Eurobarómetro, que permiten dibujar algunas conclusiones.

- Los ciudadanos españoles están muy interesados en el progreso científico y tecnológico y valoran su desarrollo positivamente. Sin embargo, un tercio de los encuestados expresó sus temores a los desarrollos cuando los riesgos que se perciben son más altos que los eventuales beneficios.
- La biotecnología y la ingeniería genética ocupan posiciones intermedias con respecto a la apreciación de sus ventajas y beneficios cuando se compara con

determinadas tecnologías (son menos estimadas que el trasplante de órganos, tecnologías de comunicación e informática pero más apreciadas que la energía nuclear y la exploración del espacio).

- Las aplicaciones de la ingeniería genética a la mejora de la salud y a los tratamientos médicos son aprobadas por una gran mayoría, rechazando ampliamente la posible aplicación al perfeccionamiento de la raza humana.
- La sociedad española, en el momento de los estudios, parece estar dividida con respecto al consumo de los productos transgénicos (alimentos), actitudes que son independientes del precio y de los potenciales beneficios económicos.
- Las tecnologías de reproducción se evalúan como muy positivas. La mayoría de los encuestados que contestaron declaró que aprovecharían estas técnicas en caso de sufrir problemas de esterilidad, aunque la adopción fue considerada como la opción preferida en esas circunstancias.
- Los encuestados muestran actitudes positivas hacia las aplicaciones médicas relacionadas con los problemas de reproducción, siempre y cuando no estén ligadas a las prácticas y objetivos de la eugenesia.

b) Prospectiva

Los medios de comunicación, actualmente, tienen gran influencia en la formación de actitudes colectivas e individuales sobre la ciencia, sobre su apreciación y, a su vez, ejercen cierta presión en las acciones de los decisores públicos como respuesta al sentimiento de la población. Las revistas científicas (véase editorial de *Nature Medicine*, volumen 5, número 4, de abril de 1999) reivindican una acción cooperativa y directa entre investigadores, editores y periodistas para alcanzar y presentar el conocimiento científico de forma más articulada, exacta y profunda. En España, esta necesidad, detectada con nitidez, parece difícil de solventar, ya que no existe ninguna revista o periódico científico español ni editores españoles en los periódicos internacionales. Los investigadores españoles, por otra parte, han tenido y tienen escasas

interacciones con los periodistas, cuyas experiencias, obtenidas en este proceso de interrelación, han sido poco satisfactorias.

Por otro lado, una comunicación eficaz debe mantener mecanismos también eficaces para informar a los políticos y a los científicos sobre las preocupaciones públicas. La población no puede ni debe considerarse como un todo, ya que las diferencias individuales en las percepciones y creencias también son muy importantes, y no corresponde ni debe responder necesariamente a los segmentos demográficos simples de las poblaciones. Se han identificado varias estrategias encaminadas a reforzar el desarrollo del diálogo con la población, que se han enfocado, claramente, a la facilitación de un modelo de participación más eficaz que incluye las diversas preocupaciones de la población, proporcionando un mayor conocimiento a las personas alejadas y despreocupadas por estos aspectos. Sin embargo, sigue existiendo la necesidad de aumentar en España este tipo de ejercicios, ejercicios que requieren una comunicación más eficaz y que exigen una participación democrática, con los riesgos que esto conlleva.

La transparencia en la información y la articulación de un mecanismo efectivo de comunicación social que aúne el discurso de los distintos actores implicados en torno a la objetividad (a través de plataformas de consenso) son dos de los elementos que pueden influir en la regeneración de una opinión pública cualificada y, por lo tanto, en la aceptación de los nuevos productos o procesos agroalimentarios derivados de la biotecnología. En el subsector biofarmacéutico la percepción por el consumidor último (el paciente) del coste-beneficio de los nuevos desarrollos biotecnológicos es una de las claves de aceptación que no encuentra respuesta de conflicto en los grupos de presión.

Capítulo 4. Sector Biofarmacéutico

La biotecnología, tradicional o moderna, ha dado origen a una profunda revolución en el mundo de los medicamentos, la mayoría de los cuales había procedido, hasta esta revolución, de la síntesis química o de la modificación de moléculas de origen natural, dando lugar a los llamados medicamentos biológicos (bio). Éstos exploran la aplicación de moléculas naturales (sustancias naturales como las hormonas, péptidos, enzimas, transportadores, ...) implicadas en fenómenos de regulación de las funciones del cuerpo humano, sustancias que se encuentran en concentraciones muy pequeñas y donde la ingeniería genética ha sido capaz de obtener estos compuestos en cantidades comercialmente interesantes, como es el caso de la insulina, de la hormona del crecimiento, los interferones. A pesar de ello, estos medicamentos, entre los que se encuentran las proteínas obtenidas por ingeniería genética, las vacunas a partir de la modificación o uso del DNA y los anticuerpos monoclonales, con fines diagnósticos o terapéuticos, sólo constituyen una pequeña parte de la macro industria farmacéutica.

Este sector también se denomina dentro del ámbito de la biotecnología de “salud humana y animal” y está compuesto por los campos terapéutico, diagnóstico y preventivo. El primero de ellos está conformado por aquellos actores (centros públicos y privados de investigación, empresas, fundaciones, etc) involucrados en el desarrollo de productos para el tratamiento de enfermedades, ya sea en humanos o en animales. El campo diagnóstico está referido a las técnicas, tecnologías, instrumentos, kits, etc., capaces de identificar enfermedades (que pueden ser, o no, hereditarias). En lo que respecta al campo preventivo, circula alrededor de aquellos servicios o productos que facilitan la prevención de las enfermedades. En los dos últimos campos las aplicaciones o desarrollo y comercialización de productos se circunscribe tanto a la salud humana como a la salud animal.

Los antibióticos y las vacunas han sido, y siguen siendo, dos productos de gran calado mundial, tanto en lo que se refiere a su función terapéutica como a su éxito comercial, con los beneficios económicos que conlleva. A este respecto la aparición de nuevas resistencias a antibióticos sitúa a la biotecnología ante el reto de la consecución de nuevos microorganismos que combatan las deficiencias actuales. El desarrollo de la

tecnología del DNA recombinante parece ser una de las claves para la obtención de nuevas vacunas.

En cuanto a las técnicas de diagnóstico, los anticuerpos monoclonales se están explotando para múltiples aplicaciones: diagnóstico y terapia del cáncer, diagnóstico del embarazo, de enfermedades de transmisión sexual, prevención de la respuesta inmunitaria de rechazo al trasplante de órganos, purificación de productos de interés industrial, detección de sustancias en alimentación, agricultura e industria.

Parece claro, pues, la gran importancia de la biotecnología como acción estratégica para el tratamiento de los problemas sanitarios, en prevención, predicción y terapia, con un esperado aumento espectacular de la cifra de negocios de este sector.

4.1 Ciencia Base

Por todo lo anterior, la obtención de una base sólida de conocimiento científico requiere la formación y creación de personal cada vez más cualificado, con la aparición de nuevas profesiones –bioinformáticos, por ejemplo- capaces de responder a una mayor demanda de estos nuevos medicamentos.

Este capítulo recopila el potencial en recursos humanos -licenciados, doctores y profesores universitarios- en los campos de conocimiento relacionados con el desarrollo de la biotecnología en los aspectos farmacéuticos y de salud (humana y animal) así como las diferentes fuentes de financiación y las cantidades estimadas para esas áreas en relación con el potencial desarrollo del sector biofarmacéutico en el período 90-98. Este período es de especial interés ya que corresponde con la aparición del sector biotecnológico en España, y el desarrollo del II y III Plan Nacional de I+D, en los que se contemplan los Programas Nacionales de Biotecnología.

4.1.1 Recursos humanos

Como ya se comentó en el capítulo 3, la identificación de un colectivo en cualquier sector implica un conocimiento específico y detallado de todos y cada uno de los campos incluidos, además de la posibilidad de acceder a los datos referidos a los

mismos. En el caso que nos ocupa, el sector biofarmacéutico, la emergencia de nuevos campos exige un esfuerzo adicional en la revisión continua de los manuales y estadísticas publicadas, de tal manera que queden incluidos aquellos perfiles que se generan a partir del propio desarrollo científico y que facilitan una aproximación a la situación actual, aunque se trata de un análisis de corte coyuntural.

Siguiendo las pautas establecidas en el capítulo 3 sobre recursos humanos, en el que se efectuaba una aproximación a los graduados, doctores y profesores universitarios en áreas afines a la biotecnología según los datos aportados por la Estadística de la Enseñanza Superior en España del INE, las áreas seleccionadas, diferenciando entre tradicionales y emergentes, para la estimación de graduados y doctores son: como campos tradicionales de conocimiento: Ciencias Biológicas, Farmacia, Veterinaria, Ingeniería Informática, Química y Medicina; como campos emergentes: Bioquímica e Ingeniería Química.

La identificación del personal docente de las universidades públicas se realizó a través de las siguientes áreas: Anatomía Patológica, Biología Animal, Biología Celular, Bioquímica y Biología Molecular, Cirugía, Farmacia y Tecnología Farmacéutica, Farmacología, Fisiología, Genética, Ingeniería Química, Ingeniería de Procesos de Fabricación, Inmunología, Medicina, Medicina Legal y Forense, Medicina Preventiva y Salud Pública, Microbiología, Nutrición y Bromatología, Parasitología, Patología Animal, Química Orgánica, Sanidad Animal, Toxicología y Toxicología y Legislación Sanitaria.

La evolución del número de licenciados y doctores en las áreas elegidas y relacionadas con el sector biofarmacéutico de biotecnología para los años 1990-1998 aparecen en las figuras 4.1 y 4.2 del Apéndice V.

Por su parte, la figura 4.3 del mismo Apéndice recoge el número de profesores universitarios (personal docente de las Universidades Públicas) por área y categoría para el curso académico 1997-1998.

El número de nuevos licenciados en las áreas seleccionadas entre los años 1990 y 1997 fue de 129.621, con 17.190 tesis doctorales leídas en el mismo período, lo que

representa algo más del 13% del conjunto de los nuevos graduados. Este es el potencial, en conjunto, de nuevos recursos que entran en el sistema de biotecnología a través de su capacitación profesional. Su influencia en el mismo dependerá, en gran medida, de las oportunidades que ofrezcan los agentes implicados, entendidas como oportunidades profesionales.

El análisis de la curva de los graduados muestra una espectacular evolución de los licenciados en ingeniería informática en la década de los noventa, con un incremento en el último año escolar (1996-97) respecto al anterior (1995-96) del 6,9%, tendencia que, según los expertos, seguirá experimentando un crecimiento a medio plazo, aunque más sostenido. Sin embargo, son los licenciados en farmacia y en ciencias biológicas los que aumentan, porcentualmente, en mayor medida en el último año recogido, con el 15% y el 12% respectivamente. La aparición de nuevas carreras universitarias relacionadas con la biofarmacia en la primera mitad de los noventa, como es el caso de bioquímica e ingeniería química, es otro de los hechos destacados.

Respecto a la evolución de las tesis doctorales aprobadas, las áreas de conocimiento con el aumento más notable en el último año escolar estudiado corresponden a químicas (19,5% de incremento) y a ciencias biológicas (18,1%), aunque ambas se encuentran todavía muy distantes de conseguir las cifras anuales de nuevos doctores en medicina.

En consecuencia con los datos anteriores de nuevos licenciados y doctores por área de conocimiento -relacionados con el sector biofarmacéutico-, el mayor número de personal docente de las universidades públicas en el curso 1997-98 está en medicina, cirugía, ingeniería química, bioquímica y biología molecular y química orgánica. Resulta no menos que curiosa la distribución observada de dicho personal para cada una de las áreas anteriores según su pertenencia a la plantilla, donde medicina y cirugía presentan un porcentaje muy alto de personal docente no fijo, cercano al 75% (73,8% en ambos casos). La eventualidad en el empleo parece ser una de las características de estos dos colectivos.

Todos los datos presentados hasta el momento hacen referencia a un colectivo que puede convertirse en potenciales recursos en investigación y desarrollo dentro del sistema de ciencia y tecnología nacional, aunque su presencia no asegura el paso a dicho

sistema sino la existencia de un colectivo cualificado en el sector biofarmacéutico. A este respecto, los expertos entrevistados muestran una opinión generalizada en la consideración de estos recursos humanos como de gran calidad, con una formación que capacita a este colectivo a su desarrollo profesional dentro del sistema de innovación. Sin embargo, son dos los déficits que se identifican: falta de formación en habilidades empresariales y de dirección; y ausencia de una aproximación más directa al sistema de ciencia y tecnología, con implicaciones en proyectos de investigación y desarrollo.

El objetivo de esta formación complementaria es conseguir una cultura empresarial y científica capaz de influir -y potenciar- en dos de los elementos más importantes del sistema de innovación: el tejido industrial, con nuevas iniciativas empresariales basadas en el conocimiento; y el subsistema de ciencia y tecnología, fomentando la vocación en investigación desde la universidad.

Siguiendo en este caso las estadísticas del INE -Estadística sobre las actividades en Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (I+D)- el personal empleado en I+D –empleado directamente en actividades de I+D, sin distinción de nivel de responsabilidad, así como los que suministran servicios ligados directamente a los trabajos de I+D, como gerentes, administradores y personal de oficina- en los 92 organismos de la administración pública (que incluye a los OPIS –Organismos Públicos de Investigación-, al resto de la Administración del Estado, a la Administración Autónoma y a la Local) que hicieron investigación y desarrollo en 1999 en ciencias médicas fue de 9.649 personas, de los que 6.513 son investigadores, 1.754 son técnicos y 1.383 son auxiliares. La equivalencia a dedicación plena fue de 4.929,5 (3.294,0 investigadores, 776,5 técnicos y 859,0 auxiliares), lo que significa una dedicación del 0,51 de las 9.649 personas. Por titulación, la dedicación fue de 1.494,2 doctores, 1.925,7 licenciados, 540,5 diplomados, 804,6 estudios secundarios y 164,5 otros estudios.

Según la metodología de la propia encuesta el sector de la administración pública comprende “los organismos que suministran a la comunidad, gratuitamente o a precios convencionales, servicios de interés público que no sería económico ni fácil de suministrar de otro modo ... Este sector debe incluir todos los organismos públicos (excepto las empresas públicas y los establecimientos de enseñanza superior) independientemente de la forma en que se incluyan en los presupuestos y su nivel de

competencia (central, autonómica, etc)". También están incluidas las "instituciones privadas sin fines de lucro controladas y financiadas principalmente por la administración pública".

La definición de "investigación científica y desarrollo tecnológico (I+D)" es otro de los conceptos que debe explicitarse, con el objetivo de enmarcar de forma clara su significado. Así, la metodología de la encuesta recoge y define la I+D "como el conjunto de trabajos creativos que se emprenden de modo sistemático a fin de aumentar el volumen de conocimientos, incluidos el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, así como la utilización de esa suma de conocimientos para concebir nuevas aplicaciones".

En cuanto a la enseñanza superior, "que comprende todas las universidades (facultades, escuelas técnicas superiores y escuelas universitarias), institutos tecnológicos y otros establecimientos postsecundarios, además de los institutos de investigación, estaciones de ensayo, observatorios astronómicos y clínicas que están bajo el control directo de los establecimientos de enseñanza superior, son administrados por ellos o están asociados a estos últimos" –48 universidades-, el número de personas empleadas en Investigación y Desarrollo en esta área en 1999 fue de 14.793, 11.969 investigadores, 873 técnicos y 1.951 auxiliares. La equivalencia a dedicación plena fue de 6.020,2 resultando por ocupación de 5.069,3, 418,0 y 532,8 respectivamente y por titulación de 2.748,2 doctores, 2.345,9 licenciados, 312,1 diplomados, 412,6 estudios secundarios y 201,2 otros estudios. La dedicación total por persona fue, pues, de 0,41.

El número de instituciones privadas sin fines de lucro que realizaron I+D en 1999 en ciencias médicas fue de 19, con un total de 454 personas empleadas (324 investigadores, 86 técnicos y 45 auxiliares) y una equivalencia a dedicación plena de 255,5 personas (196,2 investigadores, 37,2 técnicos y 22,1 auxiliares), con una dedicación media por persona de 0,56. En la definición de las instituciones privadas sin fines de lucro quedan excluidas "las que su actividad principal se ejerce al servicio de las empresas, las que están principalmente al servicio de las administraciones públicas, las que están completa o mayoritariamente financiadas y controladas por las administraciones públicas, y las que ofrecen servicios de enseñanza superior o estén controladas por institutos de enseñanza superior".

Según estos datos, en 1999 el personal empleado en I+D en ciencias médicas en la administración pública, enseñanza superior e instituciones privadas sin ánimo de lucro (fundaciones) –o lo que es lo mismo el personal implicado en I+D del sistema de ciencia y tecnología excluido el perteneciente al sector industrial- fue de 24.896, de los que el 75,5% son investigadores. La equivalencia a dedicación plena rebaja estas cifras hasta situarlas en 11.205,2 personas, lo que significa que cada persona implicada en labores de investigación científica y desarrollo tecnológico dedicó algo menos de la mitad de su jornada (45%) a estas tareas.

Sin embargo, y teniendo en cuenta que estos últimos datos sobrestiman la presencia real de investigadores en el sector biomédico -biofarmacéutico- ya que no todas las personas empleadas en investigación y desarrollo en ciencias médicas están implicadas en proyectos “biotecnológicos”, debe realizarse una profunda reflexión sobre la necesidad de articular algún método de recogida ordenada de información fiable y veraz, que ofrezca la posibilidad de conocer el potencial de los nuevos sectores que emergen en la vida socioeconómica de un país, en este caso de la biotecnología y en España. Todo análisis sobre la idoneidad de la cantidad y calidad de los recursos humanos dependerá, en primer lugar, de la existencia de estas fuentes, hasta ahora ausentes en el panorama nacional.

4.1.2 Financiación de la investigación.

No es posible identificar directamente del Presupuesto Nacional español los recursos asignados por el Gobierno a la biotecnología o a cualquiera de los subsectores en que la biotecnología puede aplicarse. La identificación de tales recursos requiere la búsqueda específica a través de las distintas agencias financiadoras. De esta forma, los datos recogidos deben entenderse como burdas estimaciones, generalmente sobrestimaciones, y no datos “oficiales” de los recursos asignados. Debido a las dificultades en la obtención de datos referentes a todos los años de la década de los noventa, las cifras que a continuación se muestran se centran en los últimos años en los que los datos pueden considerarse como definitivos, es decir, 1996-1998. Los presupuestos medios anuales de las distintas fuentes de financiación hacen posible vislumbrar el panorama nacional,

constatando el peso de la Administración del Estado, a través de la financiación pública, dentro del propio sistema.

Los únicos fondos que pueden ser considerados destinados para investigar la biomedicina (sector biofarmacéutico) en el Presupuesto Nacional son aquéllos asignados al Ministerio de Sanidad y Consumo. Los fondos sumaron 36.700 millones de pesetas en el período 96-98, que representa alrededor del 4-5% del total del Presupuesto Nacional para I+D (Función 54). Se dirigen fundamentalmente para consolidar la investigación intramuros en las áreas de microbiología, farmacología, nutrición y dietética y a distintos temas de interés como sida, enfermedades infecciosas, calidad y control de nuevos fármacos, así como la investigación extramuros a través del Fondo de Investigación Sanitaria (FIS) que ha financiado, mediante mecanismos competitivos, proyectos de investigación presentados por investigadores localizados principalmente en los hospitales, aunque también de aquellos ubicados en universidades y centros del CSIC. La proporción de los fondos entre las dos líneas de actividad, intramuros y extramuros, han sido, aproximadamente, del 60 y 40%, respectivamente.

La investigación básica asociada a la biomedicina y al sector biofarmacéutico ha sido financiada por el “Programa de Promoción General del Conocimiento”, dirigido por el Ministerio de Educación y Cultura, que opera a través de mecanismos competitivos vía proyectos, presentados principalmente por investigadores de universidades y centros del CSIC dedicados a la investigación biomédica. Los fondos dedicados a financiar este tipo de actividades sumaron alrededor de 1.000-1.500 millones de pesetas por año.

Las acciones estratégicas, relacionadas con el campo biomédico y farmacéutico, fueron financiadas por dos programas: Salud y Farmacia (Biomedicina) y Biotecnología del Plan Nacional de I+D. El primer Programa, de Salud y Farmacia, aportó un total de 4.294 millones de pesetas y el Programa de Biotecnología 1.350 millones de pesetas.

También se han manejado fondos de las Comunidades Autónomas para potenciar la investigación en las ciencias biomédicas y la biotecnología. Las cantidades más altas han sido asignadas por la CC.AA. Madrid (830 millones de pesetas para la investigación biomédica; 230 millones de pesetas dirigidos a la biotecnología, de los que puede estimarse un tercio ligado al campo biotecnológico y farmacéutico). El resto de

Comunidades Autónomas han gastado, en conjunto y en lo que se refiere a estas áreas, aproximadamente 1.500 millones de pesetas.

Las actividades de investigación y desarrollo del sector industrial han sido financiadas por el Ministerio de Industria y Energía (MINER) y por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), con aportaciones que suman 4.500 millones de pesetas.

Estos datos contrastan con aquellos obtenidos de las actividades de I+D de las empresas farmacéuticas en España (102.000 millones de pesetas) aunque estos datos están muy lejos de su dedicación sólo al desarrollo del sector biofarmacéutico, ya que incluyen las actividades de I+D en las áreas más clásicas de farmacología y de desarrollo de fármacos, de origen más tradicional, químico generalmente.

Cuando se manejan los datos de la Estadística sobre las actividades en Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico del INE para 1999 en referencia a las ciencias médicas, se obtienen los siguientes datos:

Los gastos internos en I+D (cantidades destinadas a actividades realizadas dentro de la unidad o centro investigador, o aquellos gastos llevados a cabo fuera del centro pero en apoyo de tareas internas, como la compra de suministros) de la administración pública fueron de 28.872,8 millones de pesetas y los gastos externos (fuera de éstos) de 676 millones de pesetas (ambos datos en pesetas corrientes). Respecto a los primeros la retribución a los investigadores –gastos corrientes- supuso el 48,3% del total, y el gasto en equipo e instrumentos –gastos de capital- el 10,1%.

En lo que se refiere a la enseñanza superior, los gastos internos y externos en I+D fueron de 35.474,1 y de 52,1 millones de pesetas respectivamente, correspondiendo el 53,3% de los primeros a la retribución a investigadores y el 10,5% al equipo e instrumentos. Los gastos internos en I+D de las instituciones privadas sin fines de lucro fueron de 1.502,1 millones de pesetas (46,7% en la retribución a investigadores y 8,9% en equipo e instrumentos) y externos de 273,8 millones de pesetas.

La evolución de los gastos totales internos en actividades de I+D en el campo o disciplina científica de las ciencias médicas entre 1990 y 1997 y el porcentaje sobre el

total del gasto nacional anual en Investigación y Desarrollo se muestra en la tabla 4.1.

En cuanto a la financiación europea, la información recogida de la Comisión Europea adolece de los suficientes datos que posibilitem la identificación de los recursos adjudicados a cada socio en un proyecto determinado. Por ello, resulta muy complicado evaluar la cantidad de fondos obtenidos por los investigadores españoles en los programas BIOMED y casi imposible descubrir los ingresos obtenidos por los grupos españoles en Salud -aspectos relacionados del Programa de Biotecnología (BIOTECH).

Año	Gastos internos (en millones de pts)	% sobre el total
1990	51.618	12,1
1991	62.184	13,0
1992	70.196	13,0
1993	74.850	13,4
1994	71.050	13,0
1995	81.319	13,8
1996	84.288	13,1
1997	92.398	13,7

Fuente: Estadística sobre las actividades en Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (I+D) 1999, INE.
Elaboración propia

La estimación de los ingresos es, así, un indicador estimativo que se aproxima al 4,7% para los programas BIOMED (una de las proporciones más bajas de España en los programas del Cuarto Programa Marco). Los fondos obtenidos de los tres programas del BIOMED 2 (1996-1998) alcanzaron los 14,2 millones de euros, el 4,6% de los fondos totales asignados -estimados- por el sector público español al área biofarmacéutico (en total 308,5 millones de euros, financiados por el Ministerio de Sanidad y Consumo -132,3-, Ministerio de Educación y Cultura -27-, Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) -28,5-, Comunidades Autónomas -14,5- y Ministerio de Industria y Energía y Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial -27-). Sólo el 2,2% de los proyectos financiados por los programas BIOMED tenían un científico español como

líder, aunque la proporción de éxito de proyectos con la dirección de un español era bastante alta (19,2% comparado con el 17,1% del promedio europeo).

Las áreas con mayor número de proyectos con participación española fueron: cáncer, enfermedades neurológicas, envejecimiento y enfermedades cardiovasculares (BIOMED 1), y salud pública, enfermedades infecciosas, investigación del cerebro y enfermedades crónicas (BIOMED 2). Con respecto al número de grupos involucrados, el área de enfermedades cardiovasculares obtuvo la mayor participación en ambos programas, BIOMED 1 y BIOMED 2 (el 5,2% y el 5,6% de los proyectos financiados por BIOMED 1 y BIOMED 2, respectivamente, tenían, por lo menos, un socio español).

En cualquier caso y a pesar de la complementariedad de las distintas fuentes de financiación, la demanda por parte de todos los agentes implicados del incremento de fondos para el desarrollo de un sistema innovador más competitivo en el subsector biofarmacéutico es una constante, y un tópico la reivindicación continua de la inyección de fondos al sistema nacional de innovación. El aumento del porcentaje de dedicación del PIB a las actividades de investigación y desarrollo es una necesidad detectada en todos los análisis realizados sobre la capacidad innovadora del sistema, y un fuerte condicionante en el progreso de las sociedades más avanzadas.

4.1.3. Centros y Unidades de investigación líderes: su implicación en la investigación y desarrollo del sector biofarmacéutico.

Con el objetivo de conseguir una aproximación a la situación actual de los centros líderes en la investigación biomédica, se ha recurrido al análisis de las últimas memorias científicas e informes publicados por dichas entidades. Así, los informes del Centro de Investigaciones Biológicas (CIB, CSIC, 1995-1996), del Centro de Biología Molecular (CBM, CSIC-UAM, 1997-1998) y del Centro Nacional de Biotecnología (CNB, CSIC, 1997-1998) permiten identificar a los líderes de investigación que están contribuyendo y pueden contribuir al desarrollo de la investigación en biomedicina y salud - biotecnología.

Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)

Como ya se mencionó anteriormente, existen seis Departamentos, cinco de los cuales (Departamento de Biología Celular y Desarrollo, de Estructura y Función de Proteínas, de Fisiopatología y Genética Molecular Humana, de Inmunología y de Microbiología Molecular) están involucrados en investigaciones íntimamente relacionadas con esos campos. El grupo de investigación líder suma 67 proyectos y está realizando proyectos relacionados con la proliferación celular, el ciclo celular, la expresión génica, la dinámica de los cromosomas, la estructura y función de las proteínas, péptidos, receptores de la membrana y patología molecular.

Centro de Biología Molecular (CBM).

El último informe bienal disponible corresponde a los años 1997-1998, donde las actividades científicas del CBM cubren una variedad de aspectos básicos y fundamentales en las áreas: Biología del Desarrollo, Virología, Inmunología, Microbiología Molecular, Biología Celular, Regulación de la Expresión Génica, Señalización Celular y Neurobiología. Esta investigación básica tiene importantes aplicaciones potenciales en biotecnología -sobre todo en problemas relacionados con la salud- y en medicina. Las actividades científicas se llevan a cabo en el marco de 170 proyectos de investigación en el período indicado, financiados por agencias nacionales y autonómicas (128 proyectos), del fondo internacional (30 proyectos de la Unión Europea y de los programas de Fronteras de la Ciencia Humana) o por la colaboración con las industrias (12 contratos).

Todas estas actividades se llevan a cabo por un conjunto de 550 personas de las que alrededor de 95 son personal staff del CSIC o de la Universidad Autónoma de Madrid, por lo que pueden denominarse como líderes de investigación en el área de la biomedicina y salud. Como característica del sistema público de investigación español los becarios postdoctorales (alrededor de 125) y los estudiantes de doctorado (aproximadamente 180) juegan un papel fundamental en el escenario investigador del CBM. El CBM puede acreditarse, también, por su vocación en las tareas de difusión y docencia que se lleva a cabo por una serie de Seminarios, así como por la intervención del personal científico en la impartición de numerosos cursos teóricos y prácticos a estudiantes.

Centro Nacional de Biotecnología (CNB).

CNB es el centro de referencia en biotecnología en España, como fue concebido en principio. El informe bienal 1997-1998 presenta una serie importante de logros realizados en los cinco Departamentos, actividades de cuatro de ellos que tienen fuertes relaciones con la investigación y el desarrollo del campo biomédico: Biología Molecular y Celular, Biotecnología Microbiana, Estructura de Macromoléculas e Inmunología y Oncología.

Algunos de los logros de la investigación de uso potencial en salud relacionado con aplicaciones biotecnológicas fueron: el descubrimiento y desarrollo de agentes que controlan el sistema inmunológico y el crecimiento celular; el papel de telomerasa en el mantenimiento de la integridad cromosómica y su relación eventual con el envejecimiento; la identificación de un nuevo oncogen derivado de la subunidad reguladora de la enzima phosphoinositide 3-kinase; las nuevas vacunas contra el sida y la malaria; animales transgénicos que secretan en la leche anticuerpos capaces de neutralizar virus transmisible gastrointestinales del cerdo; los modelos animales para los estudios del sistema autoinmune; el tumor y las enfermedades infecciosas; el nuevo sistema para la generación de animales transgénicos; los nuevos vectores para la terapia génica; los microorganismos capaces de producir nuevos antibióticos; los nuevos procedimientos para el análisis estructural macromolecular; métodos para la resolución a nivel molecular de complejos oligomeric en la solución y predicción de las interacciones de la proteína de las sucesiones primarias.

Estas actividades han producido la publicación de más de 250 artículos y el registro de 15 patentes. El CNB tiene una vocación continua de conexión con la industria como evidencia la firma de 12 contratos con empresas nacionales e internacionales, firmados por un solo grupo de investigación, varios grupos o incluso un Departamento entero -el de Inmunología y Oncología, compartido por CSIC y Pharmacia Upjohn. Los contratos sumaron 930 millones de pesetas en 1997 y 1.048 millones de pesetas en 1998.

El CNB presenta una distribución desigual de personal como ilustra el predominio de personal no staff entre la comunidad científica. En 1998, de un total de 213, 31 eran personal fijo del CSIC, 26 estaban bajo contrato y 156 formaban parte del centro bajo

diferentes tipos de becas. Entre 40-60 miembros de la empresa Pharmacia-Upjohn están fijos en el CNB, trabajando conjuntamente con el personal del sector público.

Las actividades docentes han sido muy significativas en el período mencionado. El Centro organizó 267 seminarios (132 por científicos españoles, 135 por científicos del extranjero), 24 workshops y simposios y ha continuado atrayendo a los licenciados, científicos postdoctorales asociados y profesores visitantes de los países extranjeros (Japón, China, Uruguay, Perú, México, EE.UU., Canadá, Brasil, Argentina, Suecia, Suiza, Portugal, Italia, Reino Unido, Hungría, Países Bajos, Grecia, Francia, Finlandia, Bélgica, Austria y Alemania). El CNB también se caracteriza por el desarrollo de una gran variedad de metodologías que son aplicadas a las actividades internas y externas.

4.1.4 Las Universidades: potenciales recursos humanos en biofarmacia.

Los Departamentos más importantes de las universidades españolas que mantienen actividades relativas a los problemas de salud relacionados con la biotecnología son los siguientes:

- Universidad de Alcalá de Henares (Madrid)

Departamentos:

- Bioquímica y Biología Molecular.
- Ciencias Sanitarias y Médicosociales.
- Química Analítica e Ingeniería Química.
- Química Orgánica.

- Universidad de Alicante (Comunidad Valenciana)

Departamentos:

- Instituto de Neurociencias.
- Química Inorgánica e Ingeniería Química.

- Universidad Autónoma de Barcelona (Cataluña)

Departamentos:

- Biología Celular y Fisiología.
- Bioquímica y Biología Molecular.

- Farmacología y Psiquiatría.
- Genética y Microbiología.
- Química.

- Universidad Autónoma de Madrid

Departamentos:

- Biología Molecular.
- Bioquímica.
- Farmacología y Terapéutica.

- Universidad de Barcelona (Cataluña)

Departamentos:

- Biología Animal.
- Bioquímica y Fisiología.
- Ciencias Médicas Básicas.
- Farmacología y Química Terapéutica.
- Ingeniería Química y Bioquímica.
- Ingeniería Química y Metalurgia.
- Medicina.
- Microbiología.

- Universidad de Cantabria

Departamentos:

- Biología Molecular.
- Fisiología y Farmacología.

- Universidad Complutense de Madrid

Departamentos:

- Biología Celular (Morfología Microscópica).
- Bioquímica y Biología Molecular I a IV.
- Ingeniería Química.
- Medicina Preventiva.
- Salud Pública e Historia de la Ciencia.

- Microbiología I a III.
- Nutrición y Dietética I y II.
- Parasitología.
- Patología Animal I y II.
- Química Física II (la Química Física Farmacéutica).
- Química Inorgánica y Bioinorgánica.
- Química Orgánica y Farmacéutica.
- Farmacología y Toxicología.
- Toxicología y Legislación Sanitaria.

- Universidad de Córdoba (Andalucía)

Departamentos:

- Biología celular.
- Bioquímica y Biología Molecular (la Facultad de veterinaria).
- Bioquímica, Biología Molecular y Fisiología (la Escuela de Ciencias).
- Farmacología y Toxicología.
- Genética.
- Química Analítica.
- Química Inorgánica e Ingeniería Química.
- Química Orgánica.
- Sanidad Animal.

- Universidad de Extremadura

Departamentos:

- Bioquímica y Biología Molecular y Genética.
- Fisiología.
- Medicina y Sanidad Animal.
- Microbiología.

- Universidad de Granada (Andalucía)

Departamentos:

- Biología Celular.
- Bioquímica y Biología Molecular.
- Farmacología.

- Fisiología.
- Microbiología.
- Parasitología.

- Universidad de las Islas Baleares

Departamentos:

- Biología y Ciencias de la Salud.

- Universidad de La Laguna (Canarias)

Departamentos:

- Biología Animal.
- Bioquímica y Biología Molecular.
- Microbiología y Biología Celular.
- Química Orgánica.

- Universidad de León (Castilla-León)

Departamentos:

- Bioquímica y Biología Molecular.
- Ecología.
- Genética y Microbiología (se une al Instituto de Biotecnología de León, INBIOTEC).
- Fisiología.
- Farmacología y Toxicología.

- Universidad de Málaga (Andalucía)

Departamentos:

- Biología Celular y Genética.
- Bioquímica, Biología Molecular y Química Orgánica.
- Biología Molecular y Química Orgánica.
- Ingeniería Química.
- Arquitectura e Informática.

- Universidad de Murcia

Departamentos:

- Biología Celular.
- Bioquímica y Biología Molecular.
- Fisiología y Farmacología.
- Genética y Microbiología.
- Ingeniería Química.

- Universidad de Oviedo (Asturias)

Departamentos:

- Biología de Organismos y Sistemas.
- Biología Funcional.
- Ingeniería Química.
- Morfología y Biología Celular.
- Química Organometálica.
- Instituto de Biotecnología de Asturias.

- Universidad del País Vasco

Departamentos:

- Biología Celular y Ciencias Morfológicas.
- Bioquímica y Biología Molecular.
- Ingeniería Química.
- Microbiología e Inmunología.

- Universidad Politécnica de Cataluña

Departamentos:

- Ingeniería Química.

- Universidad Politécnica de Madrid

Departamentos:

- Bioquímica y Biología Molecular.
- Genética.
- Microbiología y Fitopatología.
- Química Industrial.
- Tecnología Electrónica y Bioingeniería.

- Universidad Politécnica de Valencia

Departamentos:

- Ciencia Animal.
- Biotecnología.

- Universidad de Salamanca (Castilla-León)

Departamentos:

- Bioquímica y Biología Molecular.
- Ciencias Morfológicas.
- Farmacia y Tecnología Farmacéutica.
- Microbiología y Medicina Preventiva.
- Salud Pública y Genética (el Instituto de Microbiología Bioquímica en un joint venture con el CSIC).
- Química Analítica.
- Nutrición y Dietética.
- Química Orgánica.

- Universidad de Santiago de Compostela (Galicia)

Departamentos:

- Bioquímica y Biología Molecular.
- Farmacología.
- Farmacia y Tecnología Farmacéutica.
- Ingeniería Química.
- Química Orgánica.
- Toxicología.
- Legislación Sanitaria.
- Obstetricia y Ginecología.

- Universidad de Sevilla (Andalucía)

Departamentos:

- Biología celular.
- Bioquímica Médica y Biología Molecular.

- Bioquímica, Dietética y Toxicología.
- Fisiología y Biología Animal.
- Microbiología y Parasitología.
- Química Orgánica y Farmacéutica.

- Universidad de Valencia

Departamentos:

- Bioquímica y Biología Molecular.
- Fisiología.
- Ingeniería Química.
- Medicina Preventiva y Salud Pública.
- Dietética y Medicina Legal.
- Microbiología.
- Química orgánica.

- Universidad de Valladolid (Castilla - León)

Departamentos:

- Anatomía Patológica.
- Microbiología
- Medicina Preventiva y Salud Pública.
- Toxicología y Legislación Sanitaria.
- Biología Celular y Farmacología.
- Bioquímica y Biología Molecular y Fisiología.
- Química Orgánica.

- Universidad de Zaragoza (Aragón)

Departamentos:

- Anatomía, Embriología y Genética Aplicada.
- Biomedicina.
- Bioquímica y Biología Molecular y Celular.
- Química Orgánica y Física.
- Patología Animal.

- Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED

Departamentos:

- Química Orgánica.
- Química Física.

- Universidad de Navarra (privada)

Departamentos:

- Bioquímica y Fisiología.
- Farmacología.
- Fisiología y Nutrición.
- Genética.
- Medicina interna.
- Microbiología. Medicina Preventiva y Salud Pública.
- Química Orgánica y Farmacéutica.

- Universidad Pontificia de Comillas (Madrid, privada)

Departamentos:

- Electrónica y Automática.

Puede apreciarse una gran diversificación en todo el territorio nacional, lo que manifiesta la extensión de las investigaciones biotecnológicas más allá de los centros “de referencia” nacionales, y la preocupación del colectivo científico universitario por su desarrollo. La diversidad de las áreas de conocimiento implicadas, explicitadas a través de los departamentos citados, posibilita el abordaje de las investigaciones biotecnológicas desde distintas aproximaciones, además de facilitar el concurso de equipos multidisciplinares -una de las principales características de la biotecnología es su horizontalidad, y ésta requiere la presencia de profesionales de distintas disciplinas para asegurar el éxito de los trabajos analíticos-. La investigación biofarmacéutica en la universidad española, pues, ha tenido un gran calado en las principales facultades nacionales y en las disciplinas más relevantes. La implicación de la universidad en el desarrollo biotecnológico del sector biofarmacéutico industrial es uno de los hechos que debe destacarse. Su papel, como uno de los principales valedores de las investigaciones industriales -cooperando estrechamente con las empresas del sector-, quedará patente en la caracterización de la estructura industrial.

4.1.5. Fundaciones.

La aparición de fundaciones en el ámbito de la investigación es un hecho reciente en la historia de la ciencia y la tecnología en España y todavía no extendido a nivel general. Por ello, son pocas las organizaciones encontradas de este tipo y sus iniciativas de financiación y programas de investigación tienen un alcance limitado. Para mencionar algunas de ellas:

Fundación Juan March (apoyada por la Banca Juan March), un centro (virtual) para fomentar y financiar seminarios internacionales y workshops en Biología Molecular.

Fundación Ramón Areces (apoyada por El Corte Inglés) financia proyectos en algunas áreas científicas (biología molecular es una de las prioridades) y organiza y financia seminarios (durante los últimos años seminarios relacionados con los problemas de actualidad como los Alimentos Transgénicos, Calidad Alimentaria, Terapia Génica, Genoma Humano tuvieron gran éxito de público).

Fundación Ciencias del la Salud (apoyada por la empresa farmacéutica Glaxo-Wellcome, ahora Glaxo Wellcome Smithkline), está realizando un Centro de Bioética y organiza seminarios y workshop sobre distintos aspectos como el cáncer y la clonación.

Fundación CEFI (Centro de Estudios para el Fomento de la Investigación, apoyada por las empresas farmacéuticas), creada para analizar los derechos de propiedad y las patentes, ha evolucionado hacia la promoción de estudios, seminarios y workshops sobre la ley privada y los aspectos éticos relacionados con la industria farmacéutica y sobre las implicaciones sociales y políticas del desarrollo de la biotecnología.

Fundación Salud, Innovación y Sociedad (recientemente establecida, apoyada por la empresa Novartis), cuyas actividades comienzan a desarrollarse en la actualidad, fue presentada a finales de noviembre de 1999. Está empezando a organizar seminarios en temas relacionados a la nueva dirección y estrategias en la investigación biomédica.

4.2. Estructura Industrial

La identificación de las características propias del tejido industrial emerge como necesidad de primer orden cuando se traza como objetivo el análisis del sistema de innovación (ya sea entendido como nacional, regional o incluso sectorial), en el que se convierte en actor principal. Es, pues, obligado, hacer referencia a las variables de clasificación, que a continuación se detallan.

En el sector biofarmacéutico, constituido por las empresas pertenecientes a los segmentos de mercado “Terapéutico: cuidado de salud humana y/o animal” y “Otros cuidados de salud”, se han registrado las contestaciones de 21 empresas, ubicadas, fundamentalmente, en las Comunidades Autónomas de Cataluña (47,6%, 10 empresas) y Madrid (23,8%, 5 empresas). Andalucía, con dos empresas, y Aragón, Castilla y León, Galicia y País Vasco, con una empresa cada una de ellas, son las comunidades que tienen representación industrial en el sector biofarmacéutico.

La empresa tipo encontrada es la privada nacional (76,2%) que forma parte de un grupo empresarial (71,4%) como empresa filial (el 60% de las últimas) y cuya sede central del grupo se encuentra en España (el 66,7% de las empresas que forman parte de un grupo). No obstante, de aquellas que forman parte de un grupo también las hay definidas como matriz (el 26,7%) y conjuntas (13,3%) y en lo que se refiere a la sede central del grupo el 20% tiene su sede en países de la UE y el 6,7% en otros países europeos y en otros países no europeos cada uno.

Sin embargo, existen otros perfiles que nos revelan empresas transnacionales –privada multinacional- en el 23,8% de los casos. Respecto a la dependencia de la empresa, el 28,6% de las empresas se definen como independientes.

Pero el empleo de la biotecnología como actividad industrial por todas estas empresas, biotecnología entendida como la utilización de las capacidades de los organismos y de los seres vivos en su sentido más amplio con el objetivo de obtener nuevos productos, su modificación o la mejora de procesos, es desigual. La actividad principal del 43% de las empresas está directamente relacionada con la biotecnología, mientras que el 57%

del sector tiene un campo de acción diversificado y la biotecnología es considerada dentro de la estrategia empresarial como una actividad más, no la principal.

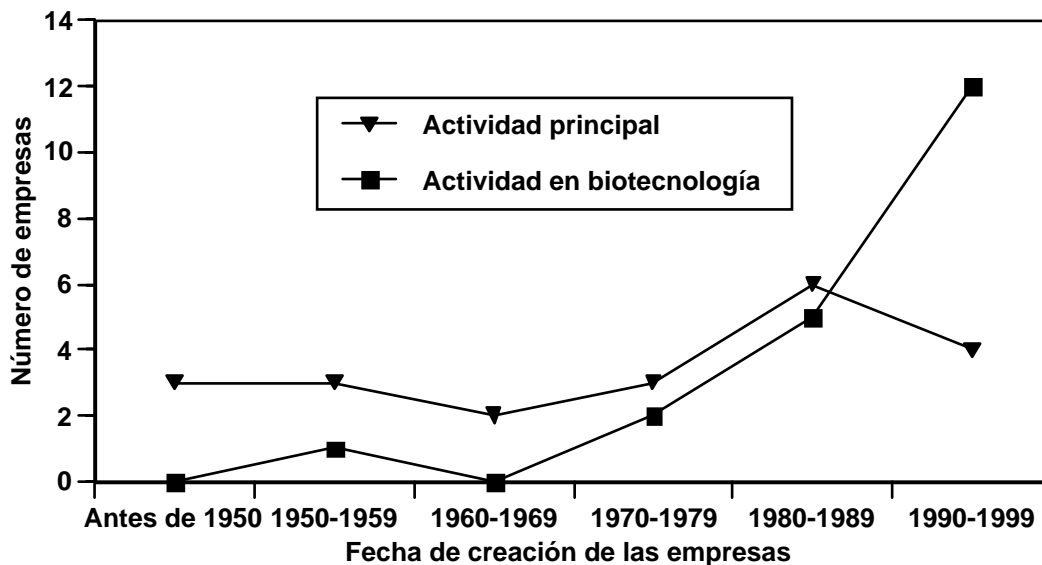
Los segmentos de mercado en los que manifiestan una mayor actividad, por orden de importancia, son “*materiales de diagnóstico*”, en “Otros Cuidados de Salud” y “*péptidos y pequeñas moléculas*” y “*vacunas*” en “Terapéutico: Cuidado de Salud Humana y/o Animal”.

En lo que se refiere al tipo de biotecnología empleada por cada una de las empresas – tradicional o nueva biotecnología, entendiendo la tradicional como todos aquellos procesos que no incluyan la utilización de organismos modificados genéticamente, y la moderna el empleo de los OMG en la obtención de nuevos productos, su modificación o la mejora de los procesos-, el 90% de las mismas emplea los nuevos adelantos tecnológicos utilizando las capacidades de los organismos y de los seres vivos, incluso los Organismos Modificados Genéticamente. Sólo dos empresas, de las veinte que se pronuncian a este respecto, no utiliza estos últimos organismos.

Estos datos revelan la incorporación por parte de la industria española en el sector biofarmacéutico del gran potencial que ofrece la biotecnología moderna a la mejora de los productos y, por tanto, de la calidad de vida. Parece que las empresas están incorporando y aprovechando los avances científicos y tecnológicos.

Las empresas que operan en este sector pueden considerarse como jóvenes, ya que 47,6% de las mismas tienen como año del inicio de su actividad principal la década de los ochenta y noventa. En lo referido al año de inicio de la actividad en biotecnología, el 85% de las empresas han comenzado posterior a la década de los setenta, lo que pone de manifiesto una reciente incorporación del entramado industrial al sector de la biotecnología. La empresa española, pues, muestra una evolución hacia las corrientes europeas, mostrando gran interés –ya desde el comienzo de los ochenta- por la incorporación de las nuevas tecnologías al desarrollo de sus nuevos productos y a sus procesos industriales. La figura 4.1. muestra la evolución temporal de la creación de las empresas y su inicio en la actividad biotecnológica.

Figura 4.1.- Evolución temporal de la creación de las empresas y de la actividad en biotecnología



Fuente: Elaboración propia sobre datos de la encuesta

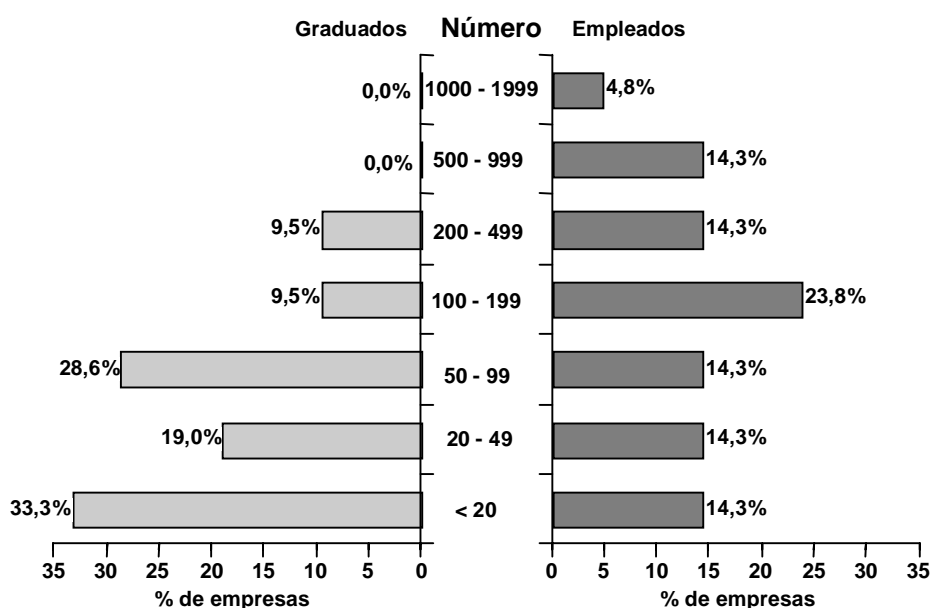
Otro factor que corrobora el proceso de expansión de estas empresas es la evolución del número de empleados entre 1997 y 1999. El 85,7% de las empresas ha incorporado personal a la plantilla en ese período y el 14,3% restante no ha sufrido modificación alguna. Estos datos arrojan optimismo sobre el crecimiento de las empresas del sector, ya que ninguna de ellas ha tenido una evolución decreciente en sus recursos humanos. Esta misma situación la encontramos en lo que se refiere a los titulados superiores, donde el 90,5% de las empresas ha contratado a este personal en los últimos tres años. El resto, 9,5%, no ha sufrido ningún crecimiento, pero lo que es más importante, no ha perdido personal cualificado. La industria española empieza a tomar conciencia de la necesidad de incorporar titulados superiores a la cadena de producción, máxime cuando se trata de sectores que requieren un alto nivel de cualificación por la aplicación de nuevas tecnologías.

La media de empleados por empresa para el año 1998 se sitúa en 234, siendo la de titulados superiores de 62. Estos datos, sin embargo, no responden a la tipología de empresa que opera en este sector ya que las medias se encuentran sobrevaloradas por la existencia de algunas macro empresas, multinacionales en su mayoría, que cuentan con plantillas muy grandes (en algunos casos de hasta más de mil empleados) y con un gran número de titulados superiores (más de trescientos). Por ello, la mediana puede

considerarse como estadístico más apropiado para corregir el desajuste producido, con valores de 115 empleados por empresa y de 38 titulados superiores. La relación de tres empleados por titulado superior es considerada como muy satisfactoria si se tiene como referencia la relación existente en otros sectores también ligados a la biotecnología.

La distribución de empresas según intervalos del número de empleados y titulados superiores aparece en la figura 4.2.

Figura 4.2.- Distribución de empresas según número de empleados y titulados superiores



Fuente: Elaboración propia sobre datos de la encuesta

La cifra de negocios total de las veinte empresas que facilitaron ese dato para el año 1997 fue de 167.800 millones de pesetas, siendo para 1998 de 165.740 millones de pesetas, lo que representa una regresión, en pesetas corrientes, de algo más del 1%. La cifra de negocios por empresa para 1997 y 1998 fue de 8.390 y de 8.287 millones de pesetas respectivamente, lo que también parece indicar una gran influencia de las grandes empresas en el valor obtenido –la empresa de mayor facturación tuvo una cifra de negocios para 1997 de 31.845 millones de pesetas y para 1998 de 27.774 millones de pesetas, lo que incide directamente en la sobrevaloración de la media estimada-. La mediana, por su parte, nos ofrece para 1997 y 1998 una cifra de negocios de 2.357 y 2.634 millones de pesetas por empresa.

De las cifras antes mencionadas, teniendo en cuenta que la mediana se ofrece como valor más representativo, el porcentaje para 1997 y 1998 que corresponde a la actividad desarrollada en biotecnología fue del 41,7 y del 42,7 respectivamente –mientras la cifra de negocios total desciende, el porcentaje de esta cifra correspondiente a las actividades biotecnológicas asciende, lo que dota a estas actividades de mayor importancia en la estrategia empresarial-, lo que suponen 983 millones de pesetas por empresa para 1997 y 1.125 millones de pesetas para el ejercicio de 1998 (valores calculados para cada año sobre la mediana).

Las cifras de negocio mostradas están también influidas por las exportaciones realizadas, y son 17 empresas (el 81% de las encuestadas) las que exportan productos biotecnológicos a distintos países. Los datos obtenidos muestran como cliente preferido para las exportaciones a los países de la Unión Europea, donde el 76,5% de las empresas exportadoras coloca su mercancía. El 58,8% de las empresas exporta a otros países europeos y en igual porcentaje a otros países no europeos.

El volumen de exportaciones total (16 empresas indican este dato de las 17 empresas que exportan) para 1997 y 1998 fue de 35.727 y de 33.588 millones de pesetas, cifras que también manifiestan un decrecimiento de la facturación de las exportaciones. La media por empresa para ambos años fue de 2.233 y de 2.099 millones de pesetas y la mediana (indicador corrector) fue de 640 y 830 millones de pesetas –la mediana siempre ofrece una evolución temporal favorable por no encontrarse sometida únicamente a las variaciones de las grandes empresas, ya que la mediana representa el valor medio de todos los encontrados-. El porcentaje del volumen de exportaciones en relación a la biotecnología fue del 43,9 para 1997 y del 39,8 para 1998, que representa una cifra de exportaciones por empresa para 1997 y 1998 de 281 y 330 millones de pesetas (valores calculados para cada año sobre la mediana).

Para la consecución de los objetivos de ventas y de las cifras de negocios las empresas incorporan actividades innovadoras y de I+D a sus procesos y productos. Entendiendo la innovación como los mecanismos por los cuales las empresas asimilan y ponen en práctica cambios en el diseño de procesos, fabricación de productos, cambios organizativos o estrategias en la empresa (nuevos proveedores, nuevos mercados, colaboraciones con empresas o clientes, etc) y la compra de tecnología, el 95% de las

empresas del sector han realizado actividades innovadoras y de I+D en el campo de la biotecnología en el período 1995-1998, ya sea de procesos o de productos, realizándolas de forma sistemática el 95% de éstos -el 5% restante ha introducido innovaciones esporádicamente-. Por tipo de innovación, el 95% ha realizado innovaciones de procesos y el 81% de productos.

El gasto en innovación o I+D de las 17 empresas que han indicado estas cantidades (de las 20 empresas que manifiestan realizar actividades innovadoras o de I+D) para 1997 y 1998 fue de 10.393 y 11.943 millones de pesetas. La media por empresa fue de 611,4 y 702,5 millones de pesetas y la mediana de 163 y 200 millones de pesetas. Mientras que en la cifra de negocios y en el volumen de exportaciones se apreciaba una pequeña pérdida en 1998 respecto al año anterior, en lo que se refiere al capital invertido en las actividades innovadoras se experimenta una evolución favorable, lo que se traduce en una mayor implicación y compromiso de las empresas para con estas innovaciones. La biotecnología debe ser entendida, per se, como una actividad innovadora, lo que reivindica una apuesta del sector industrial por la innovación.

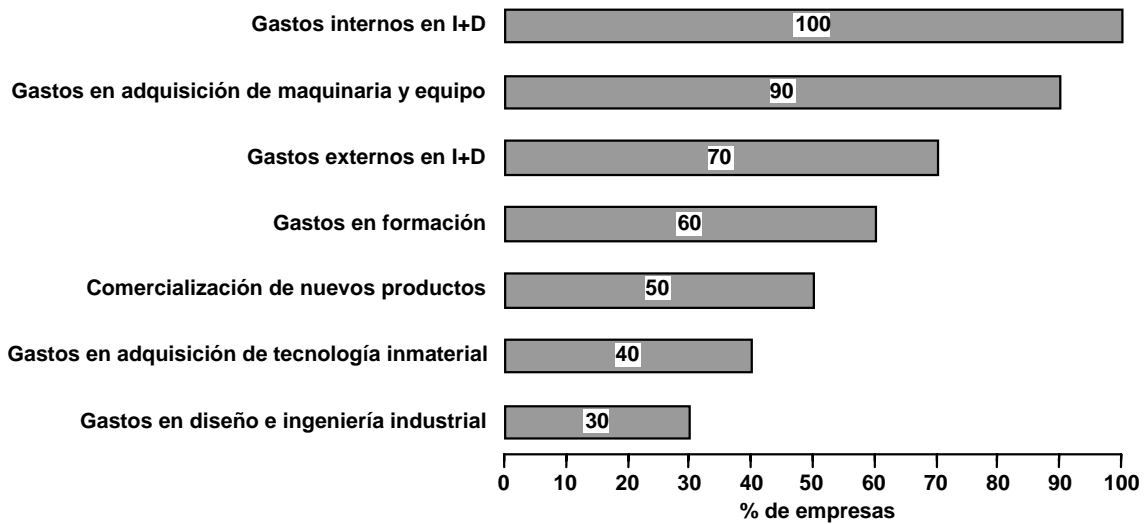
El porcentaje del gasto de I+D correspondiente a biotecnología para 1997 y 1998 fue del 45,9 y 49,2 respectivamente, lo que supone una inversión por empresa de 74,8 y 98,4 millones de pesetas (valores calculados para cada año sobre la mediana).

El origen del gasto de las actividades innovadoras o de I+D realizadas únicamente en el campo de la biotecnología difiere dependiendo del sector de actividad estudiado. Para el biofarmacéutico, los gastos internos en I+D y los gastos para adquisición de maquinaria y equipo son los más frecuentes, como muestra la figura 4.3.

La inversión que se realiza en innovación de forma eficiente y eficaz debe tener su repercusión ya sea en la mejora de la producción, como en la mejora del producto, de los procesos, etc, pero siempre debe tener su reflejo en la cuenta de resultados final. El impacto económico del gasto realizado en innovación sobre el volumen de facturación y/o de exportación es un indicador que favorece el futuro de estas inversiones y más de la mitad de las empresas encuestadas del sector (el 59%) han incrementado el volumen de facturación o de sus exportaciones. Más en concreto, el 11,8% de las empresas han

incrementado sólo su facturación y el 47,1% han mejorado tanto la facturación como la exportación.

Figura 4.3.- Origen del gasto en actividades de I+D e innovación



Fuente: Elaboración propia sobre datos de la encuesta

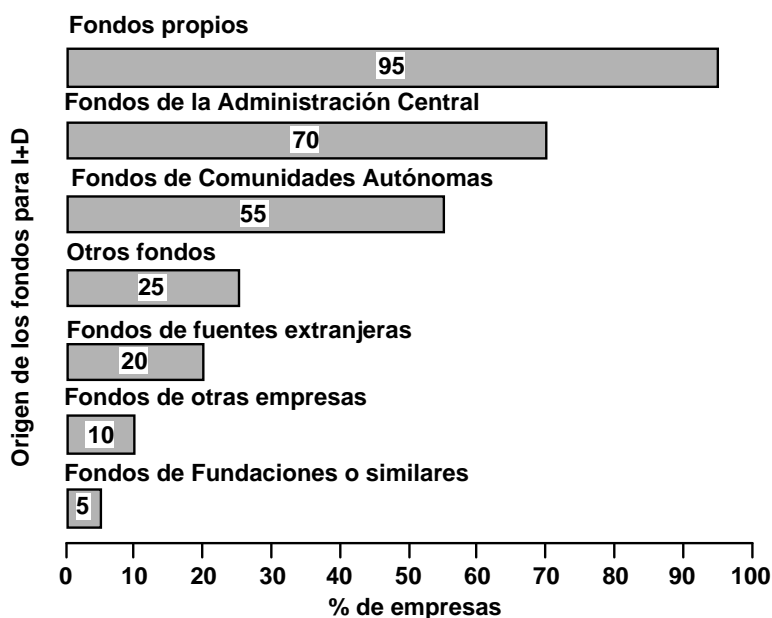
Estos datos, no obstante y aún siendo esperanzadores, no muestran todavía plenamente el impacto que las innovaciones pueden tener sobre la economía de las empresas, ya que la mayoría de ellas se han incorporado en los últimos años al campo de la biotecnología y han comenzado sus actividades innovadoras y de I+D de forma reciente. Además, los períodos de rentabilidad, “excesivamente largos” en la mayoría de los casos según los interlocutores, no permiten obtener resultados positivos a corto plazo. La biotecnología es considerada en España como un sector nuevo y en desarrollo y esto implica una situación industrial en expansión, que persigue la consecución de una posición en el mercado.

Las fuentes de financiación de las actividades de innovación o de I+D son variadas, pero el predominio de la inversión del propio capital nos revela un sector que apuesta decididamente por la biotecnología y por la innovación como herramienta e instrumento para conseguir una posición de liderazgo (figura 4.4.).

No obstante, los fondos de la Administración Pública Central y de la Administración Autónoma se erigen como complemento de los propios, financiación externa que las

empresas reivindican como necesaria para potenciar las actividades innovadoras y lograr una mejora de la competitividad.

Figura 4.4.- Fuentes de financiación de las actividades de I+D e innovación



Fuente: Elaboración propia sobre datos de la encuesta

La participación de las empresas en los programas nacionales e internacionales relacionados con proyectos de investigación en biotecnología es otro indicador que muestra la relación de la industria con la innovación y la I+D. Las empresas se inclinan más por participar en Planes Nacionales (el 90% de las empresas), quizá por el desconocimiento de los propios Planes internacionales -el 55% de las empresas ha participado en proyectos de los programas europeos- y de sus ventajas, y de los trámites administrativos que conllevan. La participación del 55% de las empresas biofarmacéuticas en proyectos financiados por programas regionales completa el panorama de las subvenciones a proyectos de investigación.

La evolución del número de empleados y del número de titulados superiores dedicados a las actividades de innovación o de I+D en biotecnología durante el período 1995-1998 ha sido creciente, ya que el 71,4% de las empresas ha experimentado un crecimiento en el número de empleados y el 81% en el de titulados superiores. El resto ha manifestado su estabilidad en el tiempo en lo que se refiere a ambos colectivos, a excepción de una

empresa, que ha tenido una evolución decreciente en el total de empleados, no siendo así en el de titulados superiores.

La media de empleados por empresa dedicados a la innovación o I+D es de 43, siendo la de titulados superiores de 22 -la mitad de los empleados dedicados a la innovación son titulados superiores-. Estos datos también se encuentran sobrestimados por el peso de las grandes empresas (existe una empresa con 155 empleados y 65 titulados superiores dedicados a la innovación) que desvían la media por encima de lo esperado. La mediana, por su parte, corrige estos datos y sitúa el número de empleados por empresa dedicados a la innovación en 21, siendo el de los titulados superiores de 15 – más del 70% de los empleados dedicados a la I+D son titulados superiores-.

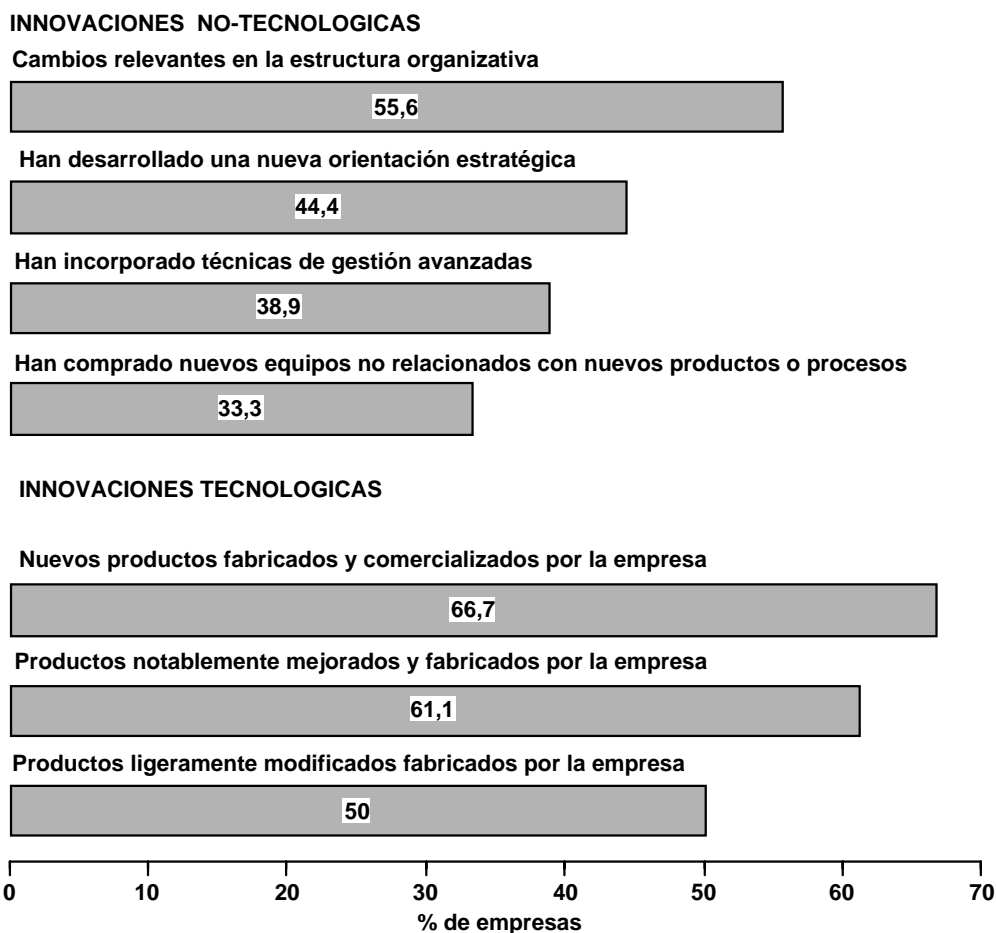
Estos datos muestran una mejor relación en cuanto a la actividad innovadora de los titulados superiores sobre el total de empleados que la hallada en el conjunto de la empresa, lo que indica una mayor demanda de personal altamente cualificado para la realización de innovación.

Dentro de las innovaciones llevadas a cabo por ambos colectivos de las empresas se pueden distinguir entre las tecnológicas y las no-tecnológicas. En lo que se refiere a las primeras, la innovación más realizada por las empresas en el período 1997-1998 ha sido la elaboración de productos nuevos introducidos y fabricados por la propia empresa. Respecto a las innovaciones no-tecnológicas, la puesta en práctica de una nueva orientación estratégica es la más indicada (figura 4.5.).

Estas innovaciones vienen marcadas por los objetivos propuestos por la propia estrategia empresarial, prioridades también definidas por el grado de desarrollo de la empresa, su posición en el mercado y otra serie de factores exógenos a la misma empresa y a la dirección, como es el grado de desarrollo del mercado, la situación socioeconómica del país, la aceptación de los clientes de los productos finales, etc.

En cuanto a las prioridades manifestadas por el sector, extender la gama de productos, mejorar la calidad del producto, aumentar o mantener la cuota de mercado y abrir nuevos mercados en la Unión Europea son los objetivos más citados (figura 4.6.).

Figura 4.5.- Innovaciones realizadas en el período 1997-1998 en biotecnología

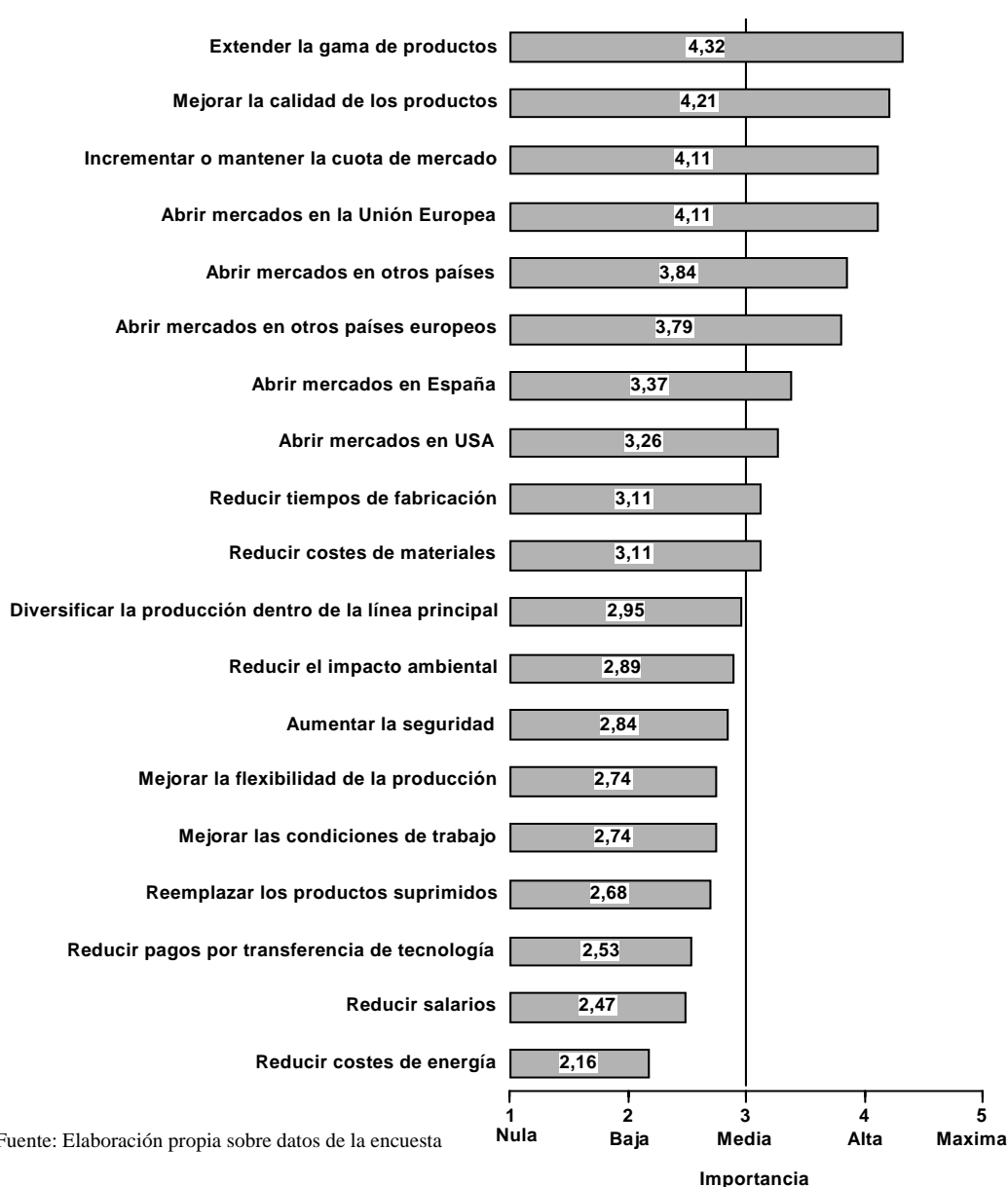


Fuente: Elaboración propia sobre datos de la encuesta

Con los objetivos mencionados por las empresas en primeras posiciones parece conjugarse una estabilidad suficiente de las mismas en el mercado como para abordar nuevos retos. La mejora de la calidad de los productos confiere a las empresas la suficiente fuerza para aumentar la cuota de mercado y ésta facilita la extensión de nuevos productos fabricados con la nueva tecnología y la búsqueda de nuevos mercados en la Unión Europea, entendido como paso previo a su extensión al resto de países – tanto europeos como americanos-.

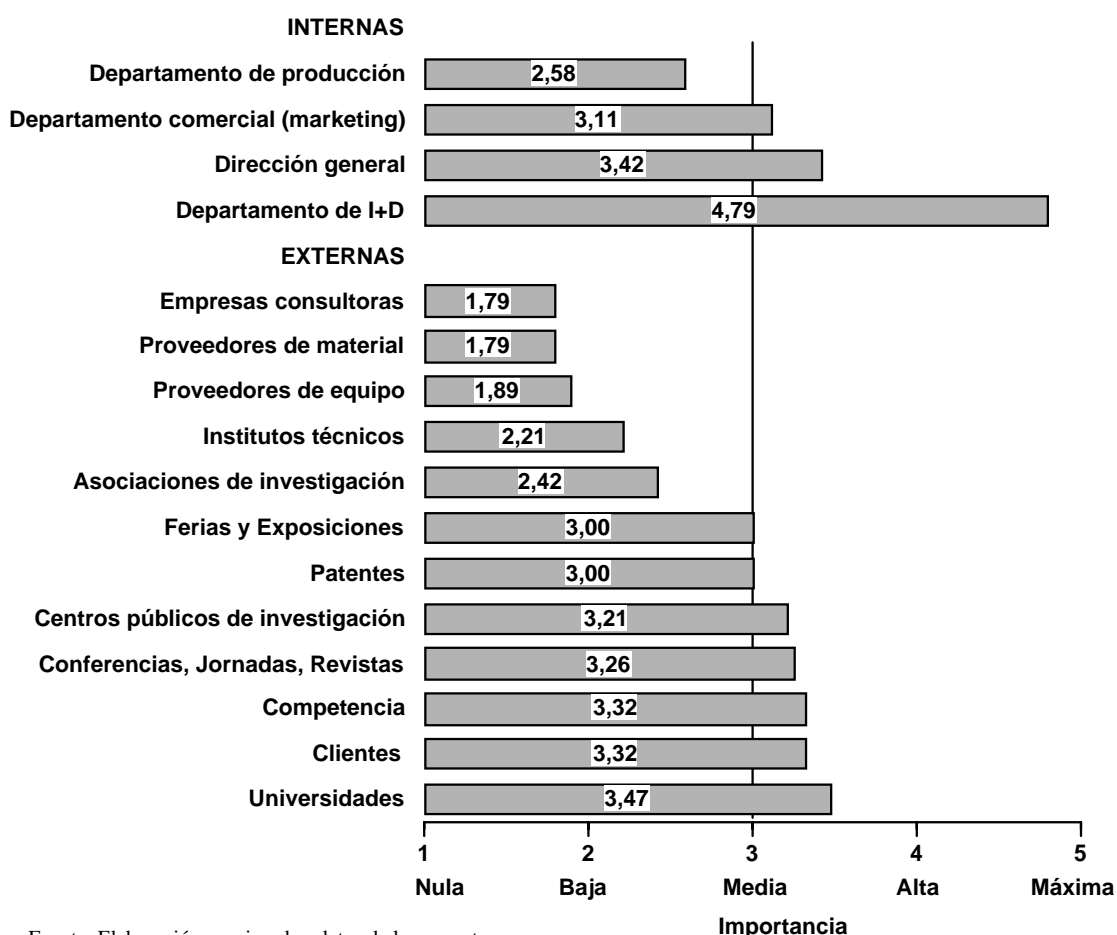
Los objetivos propuestos deben ser priorizados y fomentados desde la dirección, pero en el origen de las ideas innovadoras precedentes a la toma de decisión también existen otra serie de departamentos y agentes que juegan un papel muy importante. Como fuente interna de las ideas que concluyen con la realización de actividades de innovación o de I+D, las empresas valoran de forma muy positiva al departamento de Investigación y Desarrollo, con una media de 4,79 en una escala donde 1 es nada importante y 5 es muy importante.

Figura 4.6.- Objetivos marcados en las actividades de I+D e innovación realizadas



En lo que se refiere a las fuentes externas, las Universidades y los Clientes, con 3,47 y 3,32 –media sobre 5- respectivamente, son los más valorados. La figura 4.7. muestra el valor medio otorgado por las empresas a las fuentes de las ideas innovadoras citadas.

Figura 4.7.- Fuentes de las ideas innovadoras o de I+D



Fuente: Elaboración propia sobre datos de la encuesta

La cooperación de las empresas con otras instituciones para la realización de las actividades de innovación o de I+D en el sector de la biotecnología es una herramienta que facilita el abordaje de la propia innovación, ya que además de convertirse en fuente de las ideas innovadoras puede ser clave en el desarrollo de las actividades.

En el período 1997-1998 el 90% de las empresas (19) ha cooperado en la realización de sus proyectos de I+D en biotecnología, porcentaje que debe considerarse muy alto si se tienen en cuenta los resultados de otros sectores.

Las instituciones con las que mayor cooperación han mantenido las empresas han sido las Universidades y los Organismos Públicos de Investigación de España. La cooperación con estas instituciones de la Unión Europea también ha sido elevada (tabla 4.2.).

Tabla 4.2.- Cooperación con otras instituciones en innovación en el período 1997-98

Colaboraciones	España	Países de la U.E	Otros países europeos	Otros países
Empresas del mismo grupo	21,1	15,8	5,3	5,3
Clientes	31,6	15,8	10,5	-
Proveedores	5,3	5,3	5,3	-
Otras empresas del sector	36,8	31,6	-	10,5
Empresas conjuntas	5,3	-	-	-
Expertos y empresas consultoras	15,8	5,3	5,3	10,5
Empresas no relacionadas con el sector	21,1	21,1	-	-
Organismos públicos de investigación	73,7	36,8	10,5	10,5
Universidades	94,7	47,4	10,5	26,2
Asociaciones de investigación	10,5	5,3	5,3	5,3
Datos en % sobre 19 empresas				

Fuente: Elaboración propia sobre datos de la encuesta

Los resultados obtenidos muestran una carencia de contactos con las instituciones de otros países europeos y del resto de países no europeos, característica propia de la industria española en su relación con el mundo de la innovación y de la I+D.

El desarrollo de nuevos productos biotecnológicos puede entenderse como el resultado de la realización de actividades de innovación y como uno de los indicadores más significativos para valorar la evolución y trayectoria empresarial en su relación con la investigación. En este sentido, el 76,2% de las empresas biofarmacéuticas han desarrollado nuevos productos íntimamente ligados a la biotecnología en el período 1995-1998, resultado que permite traslucir la buena marcha de las investigaciones llevadas a cabo.

De estas empresas más de la mitad (el 56,3%) han desarrollado nuevos productos de forma interna en la propia empresa y sin colaboración externa, mientras que el 87,5% han logrado los objetivos –nuevos productos- en colaboración con otros centros o empresas.

Estos datos ponen de manifiesto la extraordinaria importancia que tienen las colaboraciones en el éxito de las investigaciones y, más concretamente, en la búsqueda de nuevos productos, además de la idoneidad de la cooperación entre distintas instituciones en la realización de trabajos innovadores y en el desarrollo de nuevos productos biotecnológicos.

Entre las distintas instituciones citadas susceptibles de colaboración en el desarrollo de nuevos productos con las empresas del sector, el mayor número de colaboraciones, de nuevo, se realiza con las Universidades y con los Organismos Públicos de Investigación españoles, seguidas de las mismas instituciones de la Unión Europea (tabla 4.3.).

De las empresas del sector 19 de ellas, el 90,5% del total, han colaborado con otras entidades en el desarrollo de actividades de innovación o de I+D en el campo de la biotecnología en el período 1995-1998, aunque no hayan desarrollado nuevos productos.

La evolución de estas colaboraciones ha sido de crecimiento en el 78,9% -de crecimiento intenso en el 36,8% y de crecimiento moderado en el 42,1%- , de decrecimiento moderado en el 10,5% y sin crecimiento en mismo porcentaje, lo que demuestra que la actual estrategia empresarial del sector ha sido capaz de captar la necesidad de colaborar en el desarrollo de las investigaciones, influido también por la

escasez de fuentes de financiación y por la limitada disponibilidad de recursos económicos y humanos –y por lo tanto la necesidad de captar socios que cofinancien los proyectos-. La inversión que representa el abordaje de cualquier investigación de calidad es muy alta.

Tabla 4.3.- Colaboraciones en el desarrollo de nuevos productos en el período 1995-98

Colaboraciones	España	Países de la U.E	Otros países europeos	Otros países
Empresas del mismo grupo	3	3	1	2
Clientes	2	2	1	2
Proveedores	1	1	1	1
Otras empresas del sector	1	1	1	-
Empresas conjuntas	-	-	-	-
Expertos y empresas consultoras	1	1	1	2
Empresas no relacionadas con el sector	4	3	-	1
Organismos públicos de investigación	7	5	1	1
Universidades	10	5	-	1
Asociaciones de investigación	1	-	-	-
Datos sobre 14 empresas				

La adquisición o venta de nueva tecnología es otro de los indicadores de la implicación de las empresas con la innovación, adquisición que, por otra parte, se revela como condición necesaria –aunque no suficiente- para la adecuación de los procesos productivos a los nuevos adelantos tecnológicos y, por lo tanto, para la consecución de los mínimos exigidos por la competitividad del mercado.

Es en este sentido en el que se observa que el sector industrial biofarmacéutico español se encuentra todavía en una fase temprana en lo que a I+D se refiere. Las empresas adquieren más que venden, y sobre todo “I+D contratada fuera de la empresa”, como así queda patente en la tabla 4.4. La dependencia tecnológica es manifiesta.

Tabla 4.4.- Número de empresas que han adquirido o vendido nueva tecnología

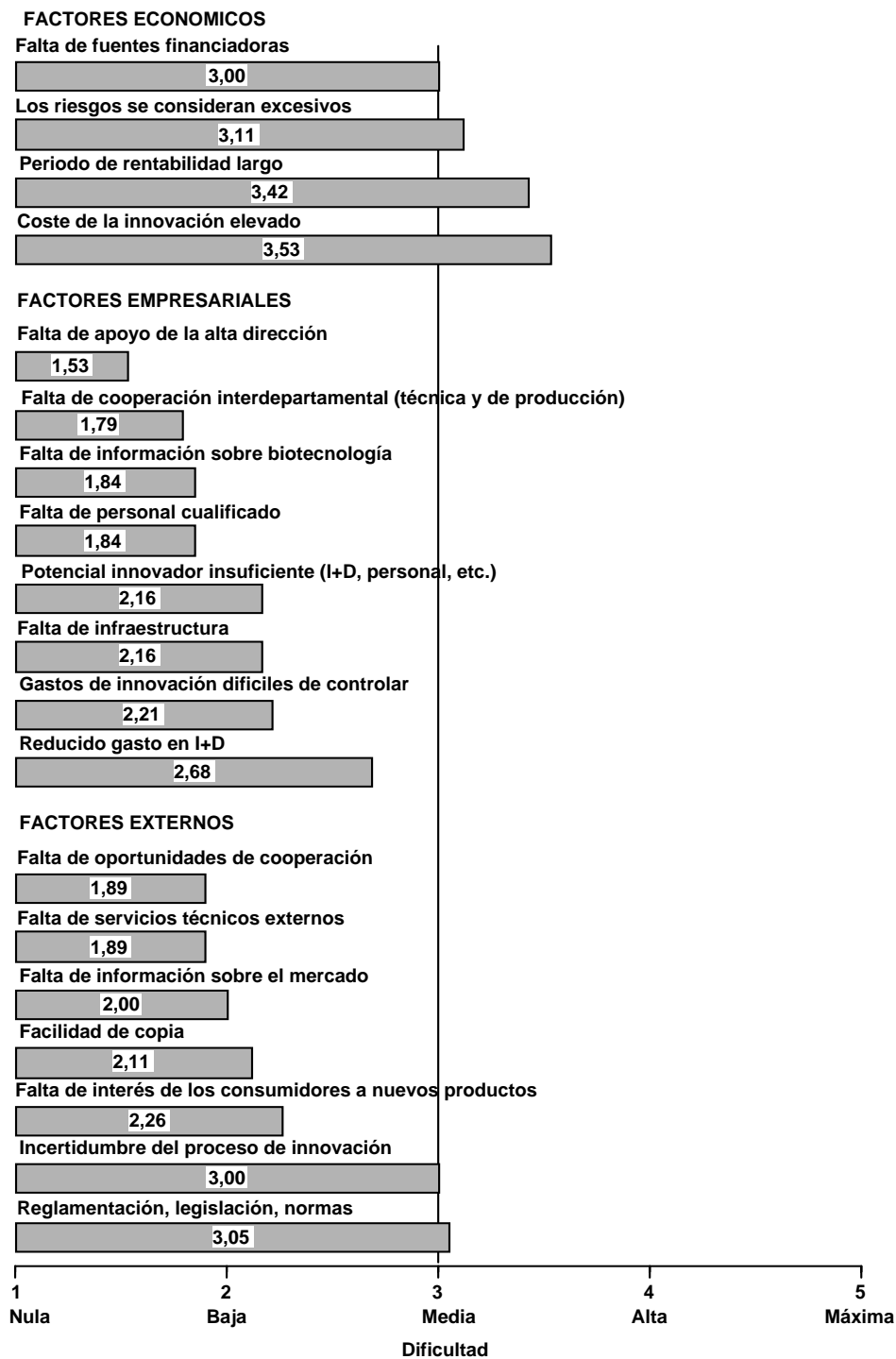
	España		Países de la U.E		Otros países europeos		Otros países	
	Compra	Venta	Compra	Venta	Compra	Venta	Compra	Venta
Equipos	6	1	5	-	-	-	4	-
I+D contratada fuera de la empresa	10	3	6	2	2	-	5	-
Servicios de consultoría	6	2	4	1	-	-	3	1
Contratación de personal	8	1	1	-	-	-	1	-
Comunicación y formación	3	2	3	2	1	1	2	2
Datos: número de empresas españolas que han comprado o vendido nuevas (bio) tecnologías								

Fuente: Elaboración propia sobre datos de la encuesta

Esta reacción debe entenderse como normal por la incorporación tardía de la industria a los proyectos de investigación en biotecnología, empresas que en los últimos años han incorporado a su estructura organizativa departamentos propios de Investigación y Desarrollo, encargados de la estrategia de la I+D empresarial y del desarrollo tecnológico de la misma.

Estos nuevos departamentos se encuentran con innumerables factores que dificultan la actividad innovadora frente al reto de incorporar los últimos avances tecnológicos e industriales. De entre todos ellos es el elevado coste de la innovación el que condiciona en mayor medida la realización de proyectos de investigación e innovación (figura 4.8.).

Figura 4.8.- Factores que dificultan la actividad de innovación



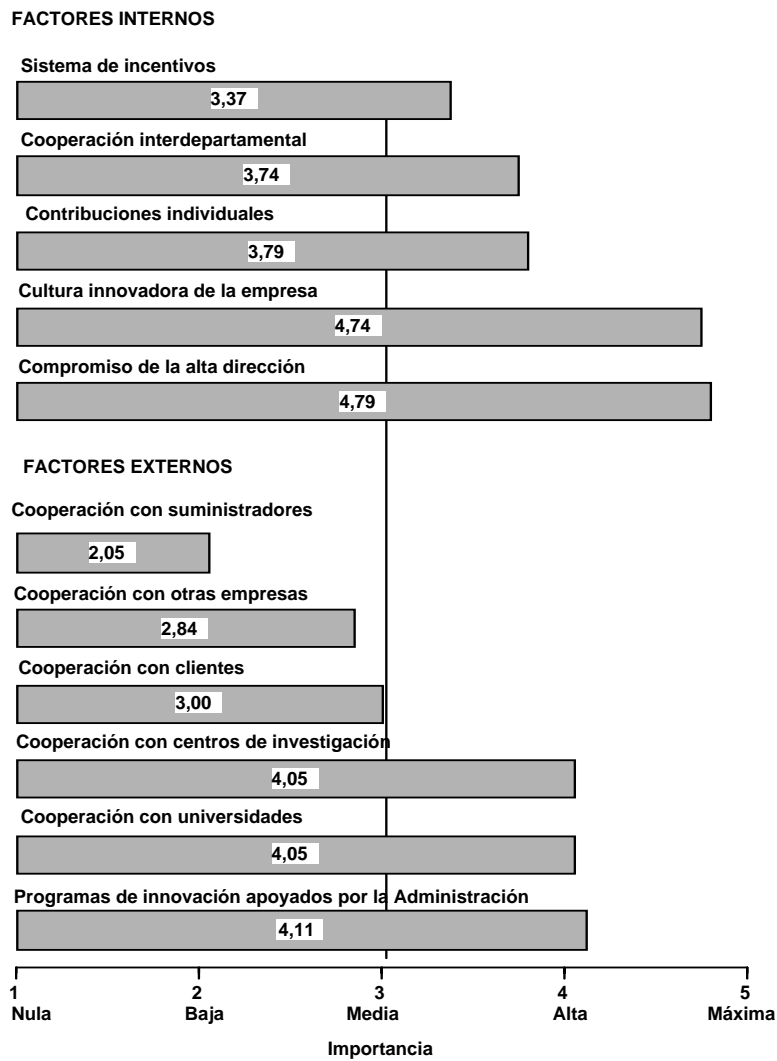
Fuente: Elaboración propia sobre datos de la encuesta

Como se puede observar, los factores económicos son los más valorados por las empresas encuestadas, que aprecian esta inversión y la rentabilidad de la misma como freno al desarrollo innovador. Los decisores políticos deben tener en cuenta estas consideraciones a la hora de la puesta en marcha de nuevos programas públicos de

investigación, de la reforma de la política de subvenciones y de todas aquellas medidas encaminadas al fortalecimiento y al desarrollo económico del país.

Por el contrario, existen una serie de factores que contribuyen directamente al éxito de las actividades innovadoras. Los factores internos, en este caso, son más valorados que los externos, ya que existe la apreciación de que todos los cambios deben ser promovidos desde la propia organización. El compromiso de la alta dirección y la cultura innovadora de la empresa –potenciada siempre desde la alta dirección- son los factores que mayormente contribuyen al éxito de los proyectos de investigación (figura 4.9.).

Figura 4.9.- Factores que contribuyen al éxito de las actividades de innovación



Fuente: Elaboración propia sobre datos de la encuesta

4.3 Mercado. Fuerzas, Problemas y Demandas. Actitudes de los consumidores

España es un mercado importante para el sector farmacéutico, mercado que es compartido por las grandes empresas españolas y transnacionales. Las ventas del sector farmacéutico se situaron en 1998 en 957.000 millones de pesetas, con una tendencia de aumento y un incremento interanual del 11,7%. La evolución del gasto farmacéutico en España en el período 1994-1997 en millones de pesetas corrientes fue de 644.080,2, 718.105,3, 801.115,3 y 857.120,8 respectivamente, con un incremento porcentual del 5,7, 11,5, 11,6 y 7%. Es obligado mencionar que el incremento interanual en ningún caso se sitúa por debajo del 5 por ciento en los cinco años analizados.

El problema del gasto farmacéutico es un tema que ha saltado a la actualidad en los últimos diez años, llamando la atención de forma notable y convirtiéndose en fuente de debate público, ya que trasciende del aspecto meramente económico para convertirse en un “problema de aseguramiento sanitario”. Este se ha centrado fundamentalmente en la relación entre el Gobierno y la industria farmacéutica, esencialmente a través de Farmaindustria, como organización representativa de los intereses de la industria. Algunos economistas que trabajan en el campo de la salud y de aspectos relacionados consideran que los precios de los fármacos en España son sumamente altos. En los últimos años, la reducción del gasto farmacéutico representa una de las líneas principales de la política sanitaria en España, no sólo para el actual gobierno (el Partido Popular) sino también para los últimos gobiernos socialistas, principalmente desde principio de los años noventa. Uno de los primeros pasos dados en esa dirección fue el establecimiento de una llamada “lista negra de medicamentos”, es decir, medicamentos que no iban a ser financiados por la Seguridad Social. En 1997, se firmó un acuerdo entre el Gobierno y Farmaindustria -la asociación de la industria- que incluyó varios puntos: la industria farmacéutica española contribuiría al presupuesto del Estado con 38 mil millones de pesetas; se contempló la posibilidad de una segunda “lista negra”, también exenta de financiación pública; el uso de “medicamentos genéricos”-los medicamentos realizados fuera de los derechos de las patentes- debe ser fomentado para reducir el coste, proporcionando tratamientos farmacéuticos adecuados; y último, pero no menos importante, la introducción de los precios de referencia.

Actualmente, la exención de financiación por parte de la Seguridad Social de un número importante de fármacos y de la apuesta por el consumo y prescripción facultativa de los denominados “genéricos” es una realidad. Estas dos acciones estratégicas han sido puestas en marcha a pesar de la oposición generalizada de la sociedad (oposición mayor en el caso de la retirada de fármacos subvencionados, con la consiguiente estimación del posible coste electoral), cuya pirámide de población más envejecida (tendente a la inversión de lo que se podría denominar como pirámide normal de población) parece evidenciar un aumento a corto plazo en el consumo de los mismos, con el consiguiente aumento del gasto farmacéutico.

Todos estos pasos se han ideado en un contexto de profunda confrontación entre el Gobierno y el sector industrial farmacéutico. Las farmacias han reconocido públicamente las dificultades del gobierno por controlar el gasto farmacéutico (septiembre de 1999) y han pedido una regulación responsable del sector por la propia Farmaindustria con el objetivo principal de controlar el gasto farmacéutico público para permanecer por debajo del 1,5 por ciento del PIB (el valor constante más el respectivo aumento de índice de precios). La Asociación de Farmacéuticos de Andalucía (Confederación Empresarial de Oficinas de Farmacia de Andalucía, CEOFA) junto con los profesionales de Madrid y Barcelona y las redes de proveedores de fármacos han hecho una declaración que propone un acuerdo Estatal para controlar el gasto farmacéutico. En todo caso, la declaración presenta algunos aspectos paradójicos sobre los problemas en juego: reconoce que los precios de los fármacos son más bajos en España que en otros países miembros europeos, mientras exigen una política reguladora de la industria ubicada en España con la esperanza de una convergencia progresiva en los precios de los fármacos, que, debido a su precio inferior con respecto a Europa, deben aumentar.

En septiembre de 1999 Farmaindustria dio un paso adelante en la confrontación de intereses entre el Gobierno y la industria, demandando al Gobierno Español ante la Comisión Europea por el Decreto que reducía el precio de los medicamentos en un 6 por ciento. El objetivo del Decreto era ahorrar 52.000 millones de pesetas para evitar un crecimiento del gasto farmacéutico más allá del 8 o 9 por ciento. El sector público es el principal cliente del sector farmacéutico ya que soporta el 82 por ciento de las ventas totales de las empresas.

4.3.1. Características y estrategias de las empresas farmacéuticas.

La clasificación por ventas de los laboratorios farmacéuticos en 1998 se muestra en la tabla 4.5. La importante posición ocupada por alguna empresa española debe hacerse notar, aunque hay un claro predominio de las compañías multinacionales entre las empresas líderes.

Tabla 4.5.- Principales laboratorios farmacéuticos clasificados por ventas

Laboratorios	Ventas (millones euros)
Roche	480.9
Glaxo Wellcome	437.6
Novartis	427.9
<i>Grupo Esteve</i>	362.5
<i>Almirall Prodesfarma (1)</i>	300.5
Bayer *	293.9
Smith Kline Beecham	273.0
Eli Lilly	252.5
Zenecca	218.5
BMS	209.8
<i>Grupo Ferrer (1)</i>	202.1
MSD (3)	181.2
Pfizer	142.5
Hoechst (1)	133.1
<i>Corporación Uriach</i>	132.2
Pharmacia & Upjohn (2)	107.0
<i>Faes (2)</i>	82.7
(1) Datos de 1997. (2) Datos a Septiembre 1998. (3) Sin información desde 1996. * Estimado	
Nota: Las empresas españolas se muestran en letra vastardilla	
Fuente: Actualidad Española, 22-28 febrero, 1999	

Uno de los fenómenos que están convirtiendo al sector en uno de los más dinámicos son las fusiones, aunque estas se han generalizado de forma rápida a la banca, comercio, etc.

Sin embargo y en contra de la corriente europea y mundial, en España se han producido pocas fusiones en la década de los noventa. Algunas de las más importantes ocurridas en Europa hasta 1999 (final del período de estudio) que ilustran este fenómeno son las de Rhône Poulenc y Hoechst (Francia-Alemania), que aglutinan unas ventas de 40.200 millones de euros, de Ciba Geigy y Sandoz –Novartis- (Suiza), con 19.500 millones, de Astra y Zeneca (Suecia-Reino Unido) con 12.600 millones, Glaxo y Wellcome (Reino Unido) con 11.500 millones, Sanofi y Synthelabo (Francia) con 5.700 millones de euros de ventas. En España, la única fusión que ha tenido lugar es la de Almirall y Prodesfarma, que en conjunto suman unas ventas de 300,5 millones de euros. Merece la pena mencionar que la suma de ventas de las cinco principales empresas de capital español ascendió a 1.000 millones de euros, lo que supone el diez por ciento de las ventas de Glaxo–Wellcome y Astra–Zeneca, el cinco por ciento de Novartis (Ciba Gergy–Sandoz) y el 2,5 por ciento de Aventis-Rhône Poulenc–Hoechst. Cabe esperar que el mercado nacional reaccione de igual forma (con una política de fusiones que dote de competitividad en el contexto internacional) en un futuro inmediato, siguiendo los procesos imitativos que caracteriza la política, pública y privada, nacional.

Las empresas españolas aceptan, de forma limitada, el valor añadido del tamaño empresarial y por ello no siguen directamente esta tendencia, sino que consideran el recurso de las alianzas estratégicas como un camino alternativo para cubrir los desafíos principales a los que se enfrenta la industria farmacéutica: los altos costes de las actividades de I+D; la necesidad por renovar el repertorio de productos considerando la expiración de patentes; la optimización de recursos económicos para los accionistas a través de una disminución de los costos.

Los directores ejecutivos de las principales compañías farmacéuticas, nacionales y multinacionales, que operan en España han admitido la relevancia creciente del sector biofarmacéutico, mencionado la biotecnología y la genómica como las tecnologías más importantes del futuro. Las patologías consideradas como mercados más prometedores están relacionados con los sistemas nerviosos, cardiología, enfermedades infecciosas, enfermedades degenerativas y cáncer. Sin embargo, el tamaño exacto de los mercados del sector biofarmacéutico en España no es conocido.

4.3.2. Aspectos reguladores.

El nivel de precios de los medicamentos en la Unión Europea ha sido uno de los problemas más polémicos, una vez completado y alcanzado el Mercado Interior – principal objetivo político de la Unión Europea desde 1987–. Las diferencias en los precios se han tratado desde varias perspectivas que llevaron a una conclusión evidente: el diferencial es bastante alto, alcanzando una proporción de 2,5 a 1.

A principio de los noventa, Alemania y los Países Bajos eran los países europeos donde la industria farmacéutica podía fijar los precios con libertad, en el Reino Unido la industria podía establecer también libremente los precios, aunque bajo un control de beneficios. Por otro lado, Francia y principalmente Italia y España establecieron los precios a través de un sistema completo basado en los costes e incluyendo también otros aspectos.

En el mismo período de tiempo, Europa estableció un Sistema de Registro Europeo, con el status de Reglamento, teniendo, de esta forma, impacto legal a partir de su publicación en todos los Estados Miembros. Este Reglamento provee un Sistema de Registro a nivel Europeo (para uso humano y veterinario) que actúa en dos niveles:

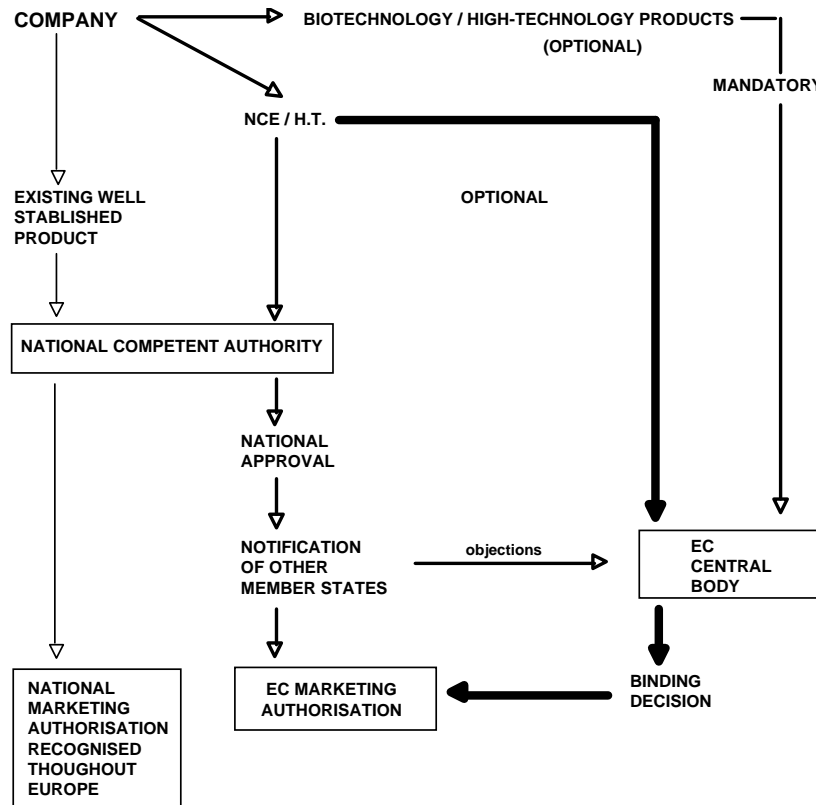
Nivel central: obligatorio para la demanda de medicamentos obtenidos por procedimientos biotecnológicos, y optativo para aquéllos obtenidos por alta tecnología.

Nivel descentralizado que representa una modificación del procedimiento anterior en el reconocimiento de los multiestados. Los servicios de la Comisión actuarán en caso de conflicto y la primera aprobación también implica la autorización para otros países miembros bajo el principio de “reconocimiento mutuo.”

Nivel local sin extensión a la Unión Europea. Son aceptados por los registros nacionales.

El establecimiento del Registro Europeo Común implica que el Estado Miembro responsable de la primera aprobación de un medicamento actuará como representante e informador ante otro Estado Miembro (figura 4.10.).

Figura 4.10.- Mecanismo de aprobación de nuevos medicamentos



Fuente: International Medicines Regulations. A Forward Look to 1992. Tomado de J.M. Reol, 1991.

La competencia reguladora de la Comisión Europea en el campo de los cuidados de salud se extiende a los dispositivos farmacéuticos, médicos, a los productos de sangre, a la armonización de calificaciones de profesionales de salud, a las compañías privadas de seguros, hospitales y clínicas, lo que llevó a la legislación exhaustiva de la Comunidad Europea para lograr la unificación técnica y de las normas de calidad de los procesos y productos. La importancia de la CE queda bien demostrada como autoridad reguladora con la entrada en escena de la Agencia Europea de Evaluación de Medicamentos (EMA) a quien se le confía la tarea de la autorización de la comercialización de las nuevas medicinas en el territorio de la Unión Europea. La Agencia Europea de Evaluación de Medicamentos comenzó su actividad a principios de 1995. Su principal cometido es proporcionar a los Estados Miembros y a las instituciones de la Unión

Europea el mejor consejo científico posible en relación a la calidad, seguridad y eficacia de los nuevos productos. Los actores europeos –la industria y la sociedad– también se beneficiarán de la Agencia antes citada en lo que se refiere a la calidad, velocidad y eficacia.

En cualquier caso existe un marco normativo de ámbito nacional del subsector de salud humana y animal de obligada cita, que contempla, siguiendo el Informe ASEBIO 2000: Ley 35/1988, de 22 de noviembre, sobre Técnicas de Reproducción Asistida; Real Decreto 561/1993, de 16 de abril, sobre ensayos clínicos en seres humanos; Ley 15/1994, de 3 de junio, por la que se establece el régimen jurídico de la utilización confinada, liberación voluntaria y comercialización de organismos modificados genéticamente, a fin de prevenir los riesgos para la salud humana y para el medio ambiente; Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, respecto a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo; Real Decreto 951/1997, de 20 de junio, por el que se aprueba el Reglamento General para el Desarrollo y Ejecución de la Ley 15/1994; Real Decreto 223/1988, de 14 de marzo, sobre protección de los animales utilizados para experimentación y otros fines científicos; Real Decreto 109/1995, de 27 de enero, sobre medicamentos veterinarios; Real Decreto 602/1999, de 16 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 2611/1996, de 20 de diciembre, por el que se regulan los programas nacionales de erradicación de enfermedades de los animales; Real Decreto 609/1999, de 16 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 2257/1994, de 25 de noviembre, por el que se aprueban los métodos oficiales de análisis de piensos o alimentos para animales y sus primeras materias; Orden de 24 de junio de 1999 por la que se aprueban diversos métodos oficiales de análisis de alimentos para animales (piensos y sus primeras materias); Real Decreto 1255/1999, de 16 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1882/1994, de 16 de septiembre, por el que se establecen las condiciones de sanidad animal aplicables a la puesta en el mercado de animales y productos de la acuicultura; Real Decreto 1798/1999, de 26 de noviembre, por el que se modifican diversas disposiciones relativas a la alimentación de los animales, Orden de 28 de diciembre de 1999, por la que se modifica el anexo del Real Decreto 2257/1994, de 25 de noviembre, por el que se aprueban los métodos oficiales de análisis de piensos o alimentos para animales y sus primeras materias; Orden de 16 de febrero de 2000 por la que se modifica el anexo anterior y el Real Decreto 1999/1995, de 7 de diciembre,

relativo a los alimentos para animales destinados a objetivos de nutrición específicos; Orden de 3 de agosto de 2000 por la que se aplaza la fecha a partir de la cual quedan prohibidos los experimentos con animales para ingredientes o combinaciones de ingredientes de productos cosméticos.

Además, existe un marco de aplicación internacional y europeo que contiene numerosas recomendaciones, protocolos, declaraciones, consejos, directivas, reglamentos, resoluciones, convenciones y convenios que completan las referencias normativas vigentes, todas ellas recogidas en el Anexo 1 del Informe antes citado.

4.3.3 Las asociaciones y su participación en el debate social.

Hay una escasa actividad y relevancia de las asociaciones de pacientes en España, aunque este movimiento parece tomar fuerza a finales del presente siglo (año 2000). La debilidad de las asociaciones y la falta de cultura y tradición de este tipo de asociacionismo en España se apuntan como principales causas de esta situación. Las asociaciones de pacientes que padecen enfermedades específicas y raras y sus familias presentan pautas de actuación en busca de ayuda a la comunidad científica y/o a la industria, en lugar de convertirse en un elemento proactivo que fomente la investigación y el desarrollo de tratamientos y medicamentos para solventar esas enfermedades. Las asociaciones más significativas que actúan en España son:

- Asociación Científica de la lucha contra la Fibrosis Quística
- Fundación para la Ayuda a los Pacientes de Fibrosis Quística
- Asociación de Familiares de Personas que Padecen Parkinson
- Asociación de Familias de Personas que Padecen Crohn y Enfermedades de Colitis Ulcerosas
- Asociación Española de Esclerosis Múltiple
- Fundación Alzheimer de España
- Liga Reumatológica Española
- Asociación de Síndrome de Down
- Asociación de Ataxias Neurovegetativas

La inclusión y participación de estas Asociaciones en la promoción de la investigación y del debate social sobre las necesidades y problemas derivados de la aplicación de la biotecnología al sector farmacéutico ha sido anecdótica. Una de las pocas iniciativas fue lanzada por GABIOTEC (dedicada a la promoción de la biotecnología por la “Fundación CEFI”) el 12 de noviembre de 1997. Representantes de las Asociaciones fueron convocados a una reunión con científicos sociales y naturales para discutir las necesidades futuras del sector biofarmacéutico, su relevancia económica y social. Las conclusiones de esa reunión fueron:

- Necesidad de potenciar la investigación creando una sensibilidad social de valor estratégico.
- Demandar procedimientos de diagnóstico mejores y más tempranos, desarrollar medicamentos para el cuidado de enfermedades raras o huérfanas y prevenir o aliviar problemas de salud de bases genéticas.
- Demandar más apoyo público y privado para la investigación en biotecnología y en genética humana.
- La oferta de ayuda de las Asociaciones manteniendo las muestras de la investigación.
- Las Patentes como un instrumento adecuado para promover la innovación en el campo de la salud relacionada con la biotecnología.

Sin embargo, los medios de comunicación de prensa escrita han admitido que la salud es uno de los aspectos que levantan gran interés entre los ciudadanos, evidencia que ha conllevado la introducción de secciones específicas y suplementos en los principales periódicos nacionales, con el fin último de tratar los aspectos y políticas de salud, contratando especialistas en la materia.

Uno de los aspectos más importantes de los desarrollos biotecnológicos es la aceptación pública de estos adelantos, que en cierto modo puede condicionar, y de hecho condiciona, la evolución del sector industrial, y su contribución a la riqueza del país. En este sentido, el papel de los medios como vehículo de información en su labor de comunicación es muy importante, convirtiéndose en elemento mediático y formativo de una opinión pública determinada.

4.4 Los Xenotransplantes: presentación de una controversia.

La definición actual de xenotransplantes incluye el injerto de células, tejidos u órganos de las especies animales no-humanas en los humanos. Es un asunto que ha fascinado durante mucho tiempo a la humanidad, ejemplos de este tipo de injertos de órganos que encontramos en las mitologías de muchas religiones.

En la moderna biomedicina han existido esfuerzos de xenotransplantes durante la primera parte de este siglo, si bien eran antes conocidos bajo los principios inmunológicos de los trasplantes en general. La mayoría de estos esfuerzos han fallado. En la era moderna, se han realizado numerosos esfuerzos de xenotransplantes de órganos (vascularizados), que han sido hechos públicos, así como algunos trasplantes celulares y de tejido. La tabla 4.6 recoge los trasplantes realizados a lo largo del siglo entre especies animales no-humanas y humanos.

4.4.1 Principales preocupaciones.

Son varios los problemas que preocupan a los ciudadanos sobre los xenotransplantes:

1) La técnica parece transgredir los límites que nos definen como humanos, que puede amenazar nuestra identidad. Este nivel puede estar influido por las mitologías y tradiciones religiosas. En las tradiciones Islámicas y Judeocristianas las cuestiones morales son fundamentales. ¿Podrían las características de los animales ser incorporadas en la conciencia del humano destinatario y así, la responsabilidad, como agente moral, podría ser reducida por un funcionamiento dependiente de un órgano extraño?. No hay ninguna evidencia científica para contestar estas cuestiones, pero merecen la pena, desde un punto de vista ético, plantearlos.

Existe poca información sobre los posibles efectos a nivel psicológico de los xenotransplantes en el destinatario. Los usos de medicamentos que llevan a cambios hormonales y corporales que hacen al destinatario tener un mayor parecido a los simios -ergonomía, facciones redondas, obesidad- pueden originar comentarios sociales que podrían herir la sensibilidad a los destinatarios de un órgano animal.

Tabla 4.6.- Órganos animales transplantados en humanos. Período 1906-1995

Donantes	Organos	Número de transplantes	Tiempo de supervivencia	Autor	Año
Cerdo	Riñón	1	3 días	Jaboulay	1906
Cabra	Riñón	1	3 días	Jaboulay	1906
Macaco	Riñón	1	32 hours	Unger	1910
Oveja	Riñón	1	9 días	Neuhof	1923
Mandril	Riñón	1	4 días	Hitchcock	1963
Macaco	Riñón	1	12 días	Remtsma	1963
Chimpancé	Riñón	3	9 meses	Remtsma	1963
Mandril	Riñón	6	60 días	Starzl	1963
Chimpancé	Riñón	1	-	Handy	1964
Chimpancé	Riñón	1	1 day	Hume	1964
Chimpancé	Riñón	6	1-9 meses	Remtsma	1964
Mandril	Riñón	6	max. 60 días	Starzl	1964
Chimpancé	Riñón	31	49 días	Traeger	1964
Chimpancé	Riñón	2	4 meses	Goldsmith	1965
Chimpancé	Riñón	1	31 días	Cortesini	1966
Cerdo	Corazón	1	0 días	-	1968
Mandril	Corazón	1	-	Barnard	1977
Mandril	Corazón	1	20 días	Bailey	1985
Cerdo	Corazón	1	< 1 día	-	1992
Mandril	Hígado	1	70 días	Starlz	1985
Mandril	Hígado	1	26 días	Starlz	1993
Mandril	Médula	1	-	Gorman	1995

Fuente: A.S. Daar. Bulletin of the World Health Organization, 1999

2) El énfasis en el debate sobre los xenotransplantes ha trasladado la preocupación percibida de los derechos y el bienestar de los potenciales animales no-humanos donantes al riesgo de enfermedades zoonóticas. Uno de los acontecimientos que provocaron este cambio, entre los muchos existentes, fue una carta publicada por un grupo de 40 científicos que señalaron los peligros reales de infección de los primates no-humanos. La carta recordó que, casi con plena certeza, el sida vino de los simios, y que el período de incubación de los retrovirus puede darse muchos años antes de que cualquier síntoma clínico sea manifestado. La carta también recordó que si estas infecciones se transmitieran a los destinatarios, podrían ser letales de forma rápida debido a la dura inmunosupresión.

4.4.2 Pautas.

Los años 1994 y 1995 fueron de especial movimiento en el Reino Unido y en los EE.UU. en problemas relacionados con los aspectos éticos y con las políticas públicas de los xenotransplantes. En el Reino Unido, el Consejo de Nuffield en Bioética preparó en enero de 1995 un “working party” para analizar los problemas de los xenotransplantes, emitiendo un informe en 1996. Como consecuencia, el Grupo Asesor del Gobierno del Reino Unido en los aspectos Éticos de los Xenotransplantes examinó los problemas existentes y propuso en 1997 el informe llamado “Informe Kennedy”. En dicho informe se hace mención a la necesidad de seguir avanzando en el conocimiento científico, en la investigación, utilizando los cerdos, y no los primates no-humanos, como fuente animal de trasplante, algo considerado como éticamente aceptable. La alteración del genoma de los cerdos para facilitar los trasplantes también sería éticamente aceptable, con el condicionante de que el cerdo siguiera siendo reconocido como tal. Sólo podrían usarse los primates como destinatarios.

La no aceptación de los primates no-humanos estaba basado en una serie de argumentos éticos y técnicos: la mayor proximidad emocional y el aumento del riesgo de infección. Presentaron las desventajas comparadas con el cerdo: crecimiento lento, camadas pequeñas y el hecho de que no hay ningún patógeno específico libre en los primates. El coste de la cría de primates no-humanos para los xenotransplantes podría ser prohibitivo y, además, sus órganos son, a menudo, demasiado pequeños para ser injertados en humanos.

El cerdo, por otro lado, ha vivido cerca del hombre durante muchas generaciones sin traspasar infecciones serias –dejando de lado la epidemia de la gripe-, su fisiología es bastante similar al hombre, sus órganos son del mismo tamaño, crecen y engordan rápidamente, tienen grandes camadas, y el consumo de su carne está generalizada y extendida en todo el mundo. La respuesta de estos órganos a las señales homeostáticas no es conocida.

La conclusión más importante del informe de 1997 fue que la base del conocimiento científico era inadecuada para proceder a los ensayos clínicos, debiéndose realizar una moratoria eficaz hasta que se establezca una autoridad reguladora formal, con la oportunidad de repasar la evidencia en el momento de cualquier aplicación.

En los Estados Unidos el proceso de consulta fue iniciado por el Instituto de Medicina, que publicó un informe en 1996. Sus conclusiones difieren de las recogidas en el Informe Kennedy en que los primates no-humanos no fueron excluidos como fuente animal y la ciencia base fue considerada como adecuada para “proceder con cautela” en ensayos clínicos. La aproximación americana radicaba en la existencia de un cuerpo asesor, no regulador, para tratar los xenotransplantes.

4.4.3 Posiciones internacionales.

Como consecuencia del desconocimiento de los xenotransplantes y de las distintas implicaciones éticas, sociales y culturales, surgía la necesidad de un diálogo internacional e interdisciplinario. En 1997, la Organización Mundial de la Salud (OMS) emplazó un grupo de consulta, que formuló un conjunto de recomendaciones. El informe se emitió en febrero de 1998 y reconoció que, condicionado al éxito de los xenotransplantes, los países en vías de desarrollo pueden convertirse también en principales beneficiarios, reivindicando la necesidad fundamental de cooperación internacional en investigación, comunicación y estandarización. Los xenotransplantes ofrecen la esperanza de que, una vez resueltos los problemas éticos, técnicos, infecciosos y de costes, los países en vías de desarrollo puedan embarcarse en este tipo de trasplantes sin tener que invertir demasiado de sus escasos recursos.

En 1998, F.H. Bach, de la Facultad de Medicina de Harvard, y sus colaboradores escribieron un artículo (Nature Medicine, 4, 141-144, 1998) sugiriendo declarar una moratoria en los ensayos clínicos que incluyan órganos xenogénicos, tejidos y células que incluyan riesgo. La moratoria, según los autores, debería producirse hasta que la sociedad quede informada del riesgo a que se expondrán si proceden a los xenotransplantes, y hasta que no tenga una oportunidad de participar de forma significativa en la toma de decisión de su aprobación y forma de proceder.

Esta demanda fue tenida en cuenta por el Consejo de Europa, institución que formalizó un Comité de Expertos que declaró, en abril de 1999, lo innecesario de una moratoria, aunque juzgó necesario estudiar los posibles riesgos de transmisión de la enfermedad antes de alcanzar una posición definitiva en la aplicación de los ensayos clínicos a los xenotransplantes.

La revista Science, en agosto de 1999, publicó un artículo, de K. Paradis, investigador de la empresa Iniram-Novartis, con la colaboración de miembros del Centro de Control de Enfermedades (Atlanta, Georgia, EE.UU.). El estudio se dirigió a la identificación eventual del retrovirus endógeno del cerdo (PERV) en 160 pacientes que habían recibido células o tejidos de los cerdos en los últimos 12 años. La mayoría de esos pacientes habían recibido transfusión de sangre a través de los órganos del cerdo (bazo, hígado, riñón), injertos superficiales en el caso de quemaduras severas, o Langerhans pancreático en pacientes diabéticos.

El artículo informa de la ausencia de infección por retrovirus en cualquiera de los pacientes estudiados, aunque en 23 de ellos se mostró la presencia de células de origen del cerdo en su sangre, pero no se observaron desórdenes patológicos. A pesar de la importante evidencia presentada en el artículo por Paradis, el debate no está cerrado respecto a la posible y potencial infección en los humanos del retrovirus PERV.

4.4.4 Situación actual.

Existe un movimiento importante en este campo, siendo las empresas las principales defensoras de la investigación. Sin embargo, las aproximaciones son distintas en Europa y en los Estados Unidos: en Europa, la principal tendencia científica señala que el

conocimiento básico es inadecuado para proceder a los ensayos clínicos, por lo que el embargo debe entenderse como procedente. Por otro lado, la posición de consenso general en los Estados Unidos apuesta como único camino para el avance científico en ciencia base la “procedencia con cautela” en los ensayos clínicos, juzgando insuficiente la experimentación animal como fuente de respuestas definitivas.

La cuestión del consentimiento a los ensayos clínicos es muy compleja. La comunidad está exponiéndose en cierto sentido al riesgo, ya que existe cierta incapacidad en la actualidad para evaluar los riesgos xeno-zoóticos. Mientras, el consentimiento individual del paciente debería necesitar más de un contrato.

La comprensión del fenómeno de rechazo está aumentando: por una parte, los modelos animales, los animales transgénicos, están desarrollándose con el objetivo de “retrasar la reacción de los xenotransplantes”, y las manipulaciones inmunológicas son cada vez más sofisticadas para conseguir el mismo objetivo; sin embargo, ha habido una evidencia creciente, al mismo tiempo, de virus en cerdos y primates que pueden causar, por lo menos en teoría, infecciones xeno-zoóticas.

Los aspectos sociales que deben ser considerados no son de menor importancia. Además de los problemas éticos relacionados a cuestiones psicológicas y morales, debe ser tenido en cuenta el posible efecto de los xenotransplantes en la donación de órganos procedentes de cadáveres y de humanos vivos –donante de órganos humanos-. Los xenotransplantes pueden establecerse al servicio de varios propósitos: para sustituir los órganos humanos; y para complementar los órganos humanos, solventando el problema de la escasez de donantes y de órganos. Teniendo en cuenta que el efecto previsible de ambos propósitos en la sociedad puede ser la percepción pública de la ausencia de necesidad de la donación de órganos, los xenotransplantes significarían un retroceso en el suministro de órganos humanos, con las implicaciones y consecuencias que esto conlleva. En todo caso, merece la pena recordar que los xenotransplantes pueden representar una alternativa muy cara a los transplantes tradicionales en la primera década de su aplicación y, por lo menos por esta razón, la técnica no podrá ser un sustituto competitivo de los transplantes convencionales antes de que los xenotransplantes se establezcan de una manera definitiva.

Las iniciativas llevadas a cabo se están encaminando a analizar y predecir los factores que pueden influir en la reacción social a los xenotransplantes, pero los estudios de actitud pública son deficientes y, en la actualidad, contradictorios. El Eurobarómetro de 1996 mostró una fuerte reacción de rechazo a los xenotransplantes de las sociedades de los países miembros de la Unión Europea, a excepción de España.

Un problema mayor para los países en vías de desarrollo es el fenómeno de los experimentos “expatriados”: debido a restricciones impuestas en los países industrializados, los investigadores pueden realizar estos experimentos en los países en vías de desarrollo, con el consiguiente daño potencial para la seguridad y los derechos humanos. Así, los países en vías de desarrollo necesitan ser urgentemente representados en la formulación de las pautas que desafían las nuevas tecnologías.

4.4.5 Los xenotransplantes en España.

Como pasa con otras materias tecnológicas, España sigue con atención los problemas derivados de los aspectos científicos, éticos, morales y económicos que surgen en otras sociedades europeas más avanzadas, donde se marca lo que podría denominarse como agenda de los xenotransplantes. Sin embargo, el posicionamiento de España está formado por tres factores que caracterizan su postura: la actitud social, el buen nivel de la práctica médica en España, y la buena posición internacional de España en los transplantes en lo que se refiere a la dirección, prácticas y donación de órganos humanos basadas en la solidaridad.

Actitudes sociales y opinión pública

Como se ha declarado previamente, el Eurobarómetro recogió la opinión positiva, y muy peculiar, de los ciudadanos españoles con respecto a los xenotransplantes, en comparación con la actitud percibida del resto de sociedades europeas. Estos resultados han sido confirmados e incluso enfatizados en estudios sociales llevados a cabo a nivel nacional (Atienza y Lujan, 1997), donde el 90 por ciento de las contestaciones recogidas sobre las nuevas aplicaciones de los descubrimientos de las ciencias biológicas valoraron positivamente las técnicas de los xenotransplantes, situándolas en primer

lugar entre las nuevas tecnologías en su relación con sus potenciales beneficios y los resultados prometedores.

La posición específica de la sociedad española hacia los trasplantes descansa en los tres factores arriba mencionados, debiendo destacar que España ocupa el primer lugar en lo que se refiere al número de trasplantes realizados a nivel global (el índice de donación es ligeramente más alto de 30 por millón de población).

El debate científico

A pesar de la buena calidad y actuación de los trasplantes en España, éstos no son seguidos de forma paralela por importantes pasos en la investigación y actuación en el campo de los xenotrasplantes. Sólo hay un grupo de investigación trabajando en xenotrasplantes, liderado por el Doctor Rafael Mañez del Hospital Juan Canalejo, de A Coruña, miembro del Comité de Expertos del Consejo de Europa.

El debate científico ha circulado a través de la exposición en los medios de comunicación y en algunos cursos específicos y seminarios de la posición de los actores principales. Las presentaciones en estos eventos han sido realizadas por representantes del Comité Nacional Español de Trasplantes o por el Doctor Rafael Mañez. El Comité Nacional Español de Trasplantes es la organización responsable de la correcta aplicación y funcionamiento de los trasplantes en España. Fue liderado anteriormente por el Dr. Rafael Matesanz, que en el año 1999 ocupa el cargo de Director General de Salud Primaria del INSALUD, organización responsable de la política de salud pública en España; la Directora en dicho año del Comité fue la Dr. Blanca Miranda. La posición del Comité rechazaba plenamente la moratoria, aunque el Documento Español de Xenotrasplantes recomendaba aumentar el nivel de eficacia de los modelos experimentales. La tasa mínima de supervivencia de seis meses es considerado como un imperativo antes de realizar el trasplante de un órgano de cerdo a los humanos.

Aspectos industriales

No hay ninguna empresa española involucrada en el desarrollo de actividades, procesos y productos relacionados con los xenotrasplantes, o al menos identificada con estas

actividades. La empresa Imutran-Novartis tiene conexión con los proyectos de investigación liderados por el Dr. Rafael Mañez y ésta aparece ser la única relación entre la industria y la investigación en España con respecto al campo de los xenotransplantes. Imutran está operando con una patente de David White, de la Universidad de Cambridge, que ha logrado obtener cerdos transgénicos “humanizados” incorporando en el genoma del cerdo el gen humano receptor responsable de la reacción inmunológica. El proceso de rechazo podría superarse de esta manera. El próximo paso es asegurar la supervivencia del corazón del cerdo genéticamente modificado trasplantado a los primates no-humanos usando diferentes inmunosupresores y tratamientos inmunosupresivos.

Conclusiones

Es más que obvio que España no es un país puntero en la investigación en xenotransplantes, sino más bien presenta ciertas carencias que no corresponden con la posición líder en la realización de transplantes. Sin embargo, los rasgos específicos del país en relación a las implicaciones sociales y a las aplicaciones de esta tecnología médica pueden llevar a España a jugar un papel de liderazgo (como en el caso de los trasplantes tradicionales) en la evolución futura de la técnica.

La aceptación social y el excelente nivel de la práctica médica y de los transplantes hace de España un buen candidato para encabezar los posibles usos de la tecnología, una vez conseguidos los modelos. El debate en España sobre los xenotransplantes parece estar restringido, sin embargo, a los círculos profesionales de los medios de comunicación escrita, que están recabando información que posteriormente aparece publicada en las páginas de salud e investigación y en los suplementos de los periódicos. En todo caso, España parece contar con las condiciones necesarias y suficientes para ocupar una posición privilegiada en las eventuales aplicaciones de los xenotransplantes. Sin embargo, parece oportuno mantener cautela sobre las posibles consecuencias negativas que los fracasos en esta técnica pueden tener en un país que ha obtenido excelentes resultados en transplantes, donde la donación de órganos se ha convertido en un problema por su alta demanda, problema que ha sido resuelto gracias a la solidaridad de la sociedad española en la donación de órganos de cadáveres y de seres humanos vivos.

Capítulo 5. Sector Agroalimentario

La alimentación debe entenderse como la necesidad primaria más básica del ser humano. La domesticación y cultivo de plantas y animales comenzó hace casi 10.000 años, y desde entonces estas tareas han sido una constante en la actividad del hombre para controlar su entorno físico.

La ciencia agrícola se ocupa de los desafíos de la alimentación y de la producción y procesamiento de plantas. Ello incluye la ciencia y la tecnología relacionada con el cultivo del suelo, la producción animal, y el procesamiento de plantas y de productos animales para el uso y consumo humano.

Los progresos de la agricultura y la zootecnia, apoyados sobre la base científica de los procesos de selección y cruzamientos –con la genética como eje central de los avances–, han logrado desafiar las previsiones respecto a las posibilidades alimentarias. Estos desarrollos han dado como resultado que la humanidad se encuentre, actualmente, mejor alimentada que nunca, con una disminución de la proporción de hambrientos. Estos éxitos, no obstante, no han impedido que el hambre siga existiendo en el mundo y que, incluso en los países y sociedades bien alimentados, fueran surgiendo temores ante la reducción en extensión y calidad del suelo cultivable y ante la creciente degradación del medio por el excesivo uso de abonos nitrogenados y sustancias químicas. Los avances provenientes de la selección de variedades se vieron complementados con el aporte de la química –abonos y pesticidas– y de la mecanización del trabajo agrícola.

La biotecnología, en su nueva concepción, emerge, entonces, como una técnica capaz de incrementar las capacidades, productivas y de resistencia, de las plantas. Sin embargo, el potencial de la ingeniería genética para transferir genes específicos en las células embrionarias vegetales que dan lugar a plantas completas encontró numerosas dificultades por las especificidades de la estructura y función génica de las plantas y el menor nivel de conocimiento de la biología molecular vegetal.

Las ciencias y tecnologías agrícolas se encaminan a la nueva era con técnicas de investigación más sofisticadas, como la ingeniería genética y los anticuerpos monoclonales. La biotecnología se está convirtiendo en una herramienta común a todas

las ciencias y tecnologías agrícolas y de la agroalimentación, aunque es difícil establecer su proporción.

5.1 Ciencia Base

La ciencia base de la agricultura y la alimentación es altamente multidisciplinar e interdisciplinar. El modelo general de progreso apunta a la solución de problemas específicos o a la consecución de objetivos: 1) investigar para definir los requisitos funcionales; 2) para diseñar y desarrollar productos, procesos, y medios para lograr estos requisitos; 3) para extender esta información e introducir tecnologías mejoradas a las ciencias agrícolas.

Ciencias del suelo y del agua.

La investigación sobre el suelo y el agua ha hecho posible el uso de terreno otrora no apto para la siembra de la forma más eficaz –resistencia a la salinidad, a la acidez del suelo, por ejemplo-, mientras el control de la erosión de la tierra se ha convertido en una necesidad de primer orden. La cantidad de agua disponible para el crecimiento de las plantas es uno de los factores más limitantes en la producción de las cosechas, desarrollándose cultivos mejorados. La investigación pública y privada en los fertilizantes químicos y el tratamiento de la tierra ha ayudado enormemente a los agricultores a conseguir cultivos específicos más productivos.

Ciencias de las plantas.

Estas ciencias incluyen la fisiología de plantas, nutrición, ecología, crecimiento y genética, patología, y los herbicidas. Tratan principalmente con dos tipos de cosecha: a) aquellas que representan alimentos directos para los humanos, como los cereales, verduras y frutas; b) aquellos que sirven para la alimentación de animales de granja, de compañía y de laboratorio. Las distintas especialidades de esta ciencia han desarrollado tratamientos con cada una de las numerosas clases de plantas cosechadas –verduras, frutas, plantas ornamentales y flores; materia prima para la industria; cosechas subtropicales.

Con el objetivo de una mejora en la producción y el rendimiento, los patólogos de plantas han estado y están investigando en la consecución y obtención de productos químicos eficaces contra las enfermedades microbianas, las malas hierbas y las plagas, para reducir las pérdidas –resistencia a plagas y enfermedades, insectos. Con este mismo objetivo, otra línea de investigación radica en la resistencia a los residuos químicos y herbicidas –resistencia a glifosato, a fosfotricina, por ejemplo-, que han creado problemas en la búsqueda del rendimiento óptimo de las cosechas. Otra parte de la investigación ha sido realizada debido a la demanda, por parte de los consumidores, de mejores frutas y verduras. Se han desarrollado nuevas variedades, métodos para asegurar la venta en las tiendas de los productos frescos, y para que los consumidores reciban los alimentos en el mejor estado nutritivo –relacionados con la calidad tecnológica sirven como ejemplos la maduración controlada, la consistencia del fruto en el transporte y la alteración de la lignina.

Ciencias animales.

Las ciencias animales comprenden fisiología animal aplicada, nutrición, reproducción y genética, ecología... Las enfermedades derivadas de la alimentación animal son el enfoque de muchos científicos veterinarios. El caso de las “vacas locas” es un claro ejemplo de la preocupación actual por este tema.

Ciencias de la alimentación y otras tecnologías postcosecha.

Un conjunto de ciencias y tecnologías se encarga del procesamiento, almacenamiento, distribución, y venta de los artículos y productos agrícolas. Estudian el incremento de la eficacia de los productos químicos y los procesos biológicos y de fermentación para convertir la materia prima en alimento (lácteo, carne, verduras).

Ingeniería agrícola.

Incluye las áreas competentes de ingeniería mecánica, electrónica, del medio ambiente y civil, tecnología de la construcción, hidráulica y mecánica de la tierra.

La investigación en el mercado agrícola estaba limitado en sus orígenes al problema de suministro y demanda, pero las crisis de los años 30 impulsó nuevos estudios analíticos. En Europa, el crecimiento del movimiento cooperativo –iniciado como respuesta a la escasez de capital y a las deudas de los agricultores– trajo soluciones satisfactorias a los problemas de distribución de los productos de los agricultores a los procesadores. Por ello, existió poco interés en Europa hasta mediados del siglo XX por la investigación de mercados. Hoy, los estudios de mercado agrícolas se centran en el análisis estadístico de las tendencias de mercado para proporcionar los datos de las previsiones.

La ley agrícola se centra en los problemas legales de significado teórico y práctico como la posesión de la tierra, el alquiler de la misma, labores de cultivo, dirección de cultivo, e impuestos.

La ciencia agrícola relacionada con las condiciones sociales y del trabajo emergió con los problemas experimentados en Alemania durante la Gran Depresión. Esto ha llevado a la evolución de disciplinas como la sociología rural.

Economía agrícola.

Este campo comprende las finanzas agrícolas, políticas, mercados, cultivos y dirección agroindustrial, sociología rural y ley agrícola.

La idea de que la empresa del agricultor individual forma una unidad -influido por la situación, técnicas de producción y factores del mercado– se originó durante el siglo XIX. Se complementó después por la teoría de la utilización óptima por la selección de líneas de producción.

La política agrícola se preocupa por las relaciones entre la agricultura, economía, y sociedad. La propiedad del suelo y la estructura de las empresas de cultivo se consideraron tradicionalmente como los principales problemas sociales. El crecimiento de la producción agrícola en el siglo XX, acompañado por un declive en el tamaño de la población rural, ha impulsado la investigación en política agrícola –en los países capitalistas modernos, esta política se ha concentrado en la influencia de precios y mecanismos del mercado.

5.1.1. Recursos humanos.

Siguiendo con las pautas establecidas para la identificación del colectivo humano como potenciales recursos humanos en biotecnología en los dos sectores de estudio (biofarmacia y agroalimentación), se seleccionaron aquellas áreas universitarias ligadas a la biotecnología con una clara implicación en la agroalimentación, utilizando como fuente de información la Estadística de Enseñanza Superior en España (EES) 1997-1998 del Instituto Nacional de Estadística (INE).

Para la identificación de los graduados y doctores, se seleccionaron las áreas conocimiento de Ciencias Biológicas, Farmacia, Veterinaria, Ingeniería Informática, Química, Ingeniería Agrícola y Agrónoma, e Ingeniería Forestal y de Montes, éstas como tradicionales, y de Bioquímica, Ingeniería Química, Ciencia y Tecnología de los Alimentos y Ciencias del Mar como emergentes.

Las áreas seleccionadas y relacionadas con la agroalimentación para identificar el personal docente de las universidades públicas fueron: Biología Animal, Biología Celular, Biología Vegetal, Bioquímica y Biología Molecular, Ecología, Edafología y Química Agrícola, Genética, Ingeniería Agroforestal, Ingeniería Química, Ingeniería de Procesos de Fabricación, Microbiología, Nutrición, Parasitología, Producción Animal, Producción Vegetal, Sanidad Animal, Tecnología de los Alimentos, Tecnología del Medio Ambiente, Toxicología y Toxicología y Legislación Sanitaria.

Dentro de la complejidad del paisaje ofrecido por el sector biotecnológico y de la agroalimentación, la estimación de los recursos humanos potenciales para este sector de la biotecnología en España se muestra en las figuras 5.1 a 5.3 del Apéndice V (licenciados, doctores y profesores universitarios respectivamente). En cualquier caso, las estimaciones ofrecen un panorama con 117.300 nuevos graduados entre 1990 y 1997, 9.150 doctores y 7.147 profesores universitarios de las universidades públicas españolas.

La evolución de los graduados en las áreas de conocimiento mencionadas muestra un crecimiento espectacular de los ingenieros informáticos y de los ingenieros forestales y

de montes, en lo que se refiere a las denominadas como tradicionales, aunque son los campos emergentes los que experimentan, porcentualmente, un aumento más notable: los licenciados en Ciencia y Tecnología de los Alimentos se han multiplicado casi por diez en cinco años (entre el curso escolar 1991-1992 y 1996-1997), y los bioquímicos por más de cinco.

La evolución de las tesis doctorales aprobadas arroja un mayor número de doctores en ciencias biológicas, química y farmacia. La ingeniería informática, que presenta el número más alto de licenciados, se sitúa en la última posición de las áreas de conocimiento tradicionales. En cuanto a las emergentes, aunque la evolución temporal evidencia un fuerte crecimiento a corto y medio plazo en el número de doctores, éstos sólo representan en conjunto y para el período de estudio el 1,4% del total, por lo que pueden entenderse como residuales. La aparición de estos nuevos campos de conocimiento en el currícula universitario es lo que debe reseñarse.

El personal docente para el curso 1997-1998 se concentra en los campos de ingeniería química, bioquímica y biología molecular, biología vegetal y microbiología, donde el 66,1%, 73,9%, 77,0% y el 61,8% respectivamente corresponde a personal fijo de plantilla. En este caso la “precariedad” en el empleo de dichas áreas afecta “sólo” a un porcentaje que oscila entre el 25 y el 40 por ciento del profesorado, todo lo contrario de lo que ocurría con las dos áreas de mayor concentración en el sector biofarmacéutico, donde el personal docente no fijo era del 73,8%.

De nuevo, la calidad de la formación universitaria española es uno de los aspectos más destacados por los expertos entrevistados como activo de la ciencia base en agroalimentación, que debe ser señalado en todo análisis sobre el sistema de innovación. Aún así, presenta determinados déficits, comunes al propio sistema universitario en su faceta formativa, y que, por lo tanto, coinciden con los apuntados para el sector biofarmacéutico: falta de formación empresarial y ausencia de ambiente favorable para la configuración de cultura en investigación.

La cantidad y calidad de los recursos humanos formados en áreas relacionadas con la agroalimentación conforman un contingente que debe encontrar en el sistema de ciencia y tecnología y en el industrial una oportunidad para transferir todo su potencial.

Cuando se utiliza como fuente para el estudio del potencial en recursos humanos dedicados o empleados en investigación y desarrollo en el sector de la agroalimentación la Estadística sobre las actividades en Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (I+D) del Instituto Nacional de Estadística (INE) para 1999 en ciencias agrarias, se obtiene un contingente en el conjunto de la administración pública –42 organismos públicos han realizado actividades de I+D ese año- de 6.078 personas (2.692 investigadores, 1.568 técnicos y 1.819 auxiliares), con una equivalencia a dedicación plena de 5.803,6 personas (2.648,5 investigadores, 1.480,8 técnicos y 1.674,3 auxiliares), muy cercana al cien por cien –95,5%-. El número de personas empleadas por titulación fue de 1.301,9 doctores (22,4%), 1.635,6 licenciados (28,2%), 530,9 diplomados (9,1%), 1.149,5 con estudios secundarios (19,8%) y 1.185,8 con otros estudios (20,4%).

Todas las referencias hechas con anterioridad (en el apartado de recursos humanos del sector biofarmacéutico) hacia la Estadística sobre las actividades en Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (I+D) en alusión a la definición de conceptos y al desarrollo metodológico de la misma son de aplicación a este apartado.

En la enseñanza superior el personal empleado en I+D en ciencias agrarias en 37 universidades fue de 5.565, de los que 4.473 son investigadores, 439 son técnicos y 653 son auxiliares. El personal empleado a jornada completa fue de 2.343,8, lo que implica una dedicación media por persona del 42,1% de la jornada. La dedicación personal a la investigación, que debe ser compatibilizado con la enseñanza –la carga docente representa la actividad principal de los investigadores universitarios-, es sustancialmente más baja que la del colectivo de la administración pública, ubicados éstos fundamentalmente en centros públicos de investigación, cuyo principal cometido es dicha investigación.

Por ocupación, existen 1.919,7 investigadores, 266 técnicos y 158,1 auxiliares. Por titulación, la distribución refleja una supremacía de los doctores, requisito “sine qua non” para acceder al sistema universitario público en categoría de profesor asociado o superior. Así, son 1.215,1 (51,8%) los doctores que realizan I+D, 776,1 (33,1%)

licenciados, 136,8 (5,8%) diplomados, 151,7 (6,5%) con estudios secundarios y 64,1 (2,7%) con otros estudios.

Las instituciones privadas sin fines de lucro que realizaron I+D en ciencias agrarias en 1999 fueron 5, con un total de 35 personas empleadas (11 investigadores, 12 técnicos y 13 auxiliares) y una equivalencia a dedicación plena de 24,3 personas (8,8 investigadores, 7,1 técnicos y 8,5 auxiliares), lo que representa una dedicación media por persona del 69,4% de la jornada. Por titulación, las personas empleadas fueron de 3,4 doctores, 4,1 licenciados, 6 diplomados, 6 con estudios secundarios y 4,9 con otros estudios.

Todos estos datos nos reportan para el año 1999 un total de 11.678 personas empleadas en I+D en ciencias agrarias pertenecientes a la administración pública, a la enseñanza superior, o a las instituciones privadas sin fines de lucro, con una dedicación plena de 8.171,7 personas. Debe señalarse que estos datos se refieren únicamente a las ciencias agrarias y que, por lo tanto, están infrarepresentados.

Cuando se analiza el tejido industrial según los indicadores de ciencia y tecnología por rama de actividad, el sector de la agricultura (CNAE 01, 02 y 05, que contabiliza un total de 56 empresas que realizan investigación y desarrollo) ha empleado en 1999 a 1.096 personas en I+D (352 investigadores, 264 técnicos y 480 auxiliares), con una dedicación plena de 907,8 personas (308,5 investigadores, 210,8 técnicos y 388,5 auxiliares), lo que significa una dedicación media por persona del 82,8%. Por titulación han trabajado en tareas de investigación 106,5 doctores, 203,9 licenciados, 130,9 diplomados, 262,3 personas con estudios secundarios y 204,2 con otros estudios.

El otro sector relacionado con la agroalimentación, el de la alimentación, bebidas y tabaco (CNAE 15 y 16), ha empleado a 1.890 personas (542 investigadores, 627 técnicos y 721 auxiliares), con 1.329,6 personas empleadas con dedicación plena (455,7 investigadores, 472,2 técnicos y 399,7 auxiliares), una media por persona del 70,3%. Han participado, según titulación, 76,7 doctores, 517,9 licenciados, 213,8 diplomados, 367,6 personas con estudios secundarios y 153,5 con otros estudios.

La participación de doctores en la investigación realizada por las 176 empresas de alimentación, bebidas y tabaco es realmente pequeña (5,8%). El concurso de doctores y licenciados en ambos sectores no llega al 50% (34,2% en el sector agrario y 44,7% en el de alimentación), lo que puede cuestionar la propia investigación realizada. El conjunto empresarial del sector de la agroalimentación, pues, ha dedicado a jornada completa en 1999 a 2.237,4 personas.

Debe hacerse constar que el sector público es el actor principal en la realización de I+D en agricultura y agroalimentación en España (Fernández Díez, 1997).

5.1.2. Financiación de la investigación.

Dentro del complejo marco bajo el que las ciencias y tecnologías agronómicas evolucionan y en el que la biotecnología se está convirtiendo en una herramienta necesaria, pero todavía de aplicación limitada, sólo es posible proporcionar una estimación de los recursos dedicados por el sector público a la financiación de las actividades de I+D y su proporción por agencias financiadoras y tipo de investigación (tabla 5.1).

Tabla 5.1.- Recursos para investigación en ciencias y tecnologías agrícolas en el período 1995-1998 y estimación de dichos recursos dedicados a biotecnología				
Organismos	Programa	Tipo de investigación	Fondos (millones ptas.)	
			Total Agroalimentación	Biotecnología (estimado)
Ministerio de Agricultura (INIA)	Sectorial	Aplicada (básica)	4.343,67	865,21
Ministerio de Educación y Cultura	Nacional	Básica	1.331,10	249,58
Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT)	Nacional	Orientada	3.627,21	1.447,56
Comunidades Autónomas	Regional	Dirigida	3.527,38	332,77
Ministerio Industria + CDTI	Nacional	I+D	4.226,20	1.630,58
Fondos Europeos	FAIR	Orientada Cooperativa	1.314,45	
TOTAL			18.701,79	4.525,70
Fuente: Elaboración propia				

La intervención de la industria en las actividades de I+D en el sector agroalimentario ha sido canalizada a través del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI). La acción cooperativa ha tenido lugar a través de las Asociaciones de Investigación, una figura creada en 1961 para recoger empresas que pertenecen a la misma rama de actividad industrial con el objetivo de unir los esfuerzos para desarrollar programas de investigación o resolver problemas técnicos. Esta figura ha ido perdiendo terreno con el tiempo y con la emergencia de nuevas tecnologías y, en cualquier caso, tenía un perfil muy bajo en el caso de la investigación agrícola.

En cualquier caso y recurriendo a la Estadística sobre las actividades en Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (I+D) del INE, la administración pública contabilizó en 1999 en ciencias agrarias unos gastos internos en I+D de 32.286,7 millones de pesetas, de los que 9.642,9 millones (el 29,9% del total) corresponden a las retribuciones a los investigadores y 2.556,6 (el 7,9%) al gasto de equipo e instrumentos. Los gastos externos fueron de 2.097,1 millones de pesetas. En cuanto a los gastos de la enseñanza superior, los internos en I+D fueron de 14.058,6 millones de pesetas (el 48,6% de los cuales se destinaron a la retribución de los investigadores y el 17,8% al gasto de equipo e instrumentos) y los externos de 43,6 millones.

Las instituciones privadas sin fines de lucro, por su parte, tuvieron unos gastos internos y externos en I+D de 176,9 y de 19 millones de pesetas respectivamente, lo que representa una media por institución de 35,4 y de 3,8 millones de pesetas.

En total –administración pública, enseñanza superior e instituciones privadas sin fines de lucro-, los gastos internos en investigación y desarrollo en 1999 fueron de 46.522,2 millones de pesetas, con unos gastos externos de 2.159,7 millones de pesetas.

La industria, por otro lado, ha tenido unos gastos internos en I+D, según la misma fuente, de 19.608 millones de pesetas (7.240,1 millones el sector de la agricultura y 12.369,9 el de la alimentación, bebidas y tabaco), con unos gastos externos de 2.397,8 millones de pesetas (603,1 y 1.794,7 millones, respectivamente).

En lo que se refiere a los gastos internos, la retribución a los investigadores ha supuesto 4.953,3 millones de pesetas y el gasto en equipo e instrumentos 2.759,3 millones, lo que representa el 25,3% y el 14,1% respectivamente del total de los gastos internos.

Los gastos totales en innovación tecnológica de la industria de la alimentación, bebidas y tabaco fueron de 35.090,1 millones de pesetas, datos no ofrecidos para el sector de la agricultura.

5.1.3. Centros y Unidades de investigación líderes: su implicación en la investigación y el desarrollo del sector agroalimentario.

Dos instituciones resaltan en estas actividades:

El Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, INIA, organización sectorial adscrita al Ministerio de Agricultura que se creó en 1971 como resultado de la integración de tres Institutos: el Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas (156 investigadores, doctores, distribuidos a lo largo de las distintas regiones españolas), el Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias y el Patronato de Biología Animal, ambos en Madrid con 37 y 32 investigadores respectivamente. En sus inicios, el recientemente creado INIA contaba con 500 investigadores y técnicos, mientras realizaba actividades de manera altamente dispersada y fragmentada, como fue catalogada por el Banco Mundial (1971).

Sin embargo, el Banco Mundial contribuyó a la reforma del INIA influyendo en los cambios en la organización y dirección de la investigación mediante un préstamo de 1.270 millones de pesetas (1972) durante cinco años. El empujón del Banco Mundial llevó a un importante desarrollo de las actividades del INIA según una estrategia coherente de investigación y el establecimiento de una primera organización descentralizada con el lanzamiento de nueve Centros Regionales de Desarrollo Agrario. El proceso de descentralización llegó a su máximo en 1984. El subsistema sectorial fue transferido y distribuido a las Regiones Autónomas con los gobiernos regionales, que asumieron la autoridad de los así llamados Servicios Regionales de Investigación Agraria (SIAs).

La evolución de estas unidades ha sido desigual, con un papel predominante de los SIAs de Cataluña (Institut de Reserca i Tecnologia Agroalimentaries, IRTA, dirigido como una empresa pública) y de la Comunidad Valenciana (Instituto Valenciano de Investigación Agraria, IVIA, dirigido como organismo autónomo). La heterogeneidad en el rango, desarrollo y tipo de organización es una característica de los Servicios Regionales Españoles de Investigación Agraria, que debe ser subrayado.

Las otras instituciones del sector público de investigación involucradas muy activamente en la I+D agraria es el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), creado en 1939. Desde sus orígenes, este organismo multisectorial consideró el área de ciencias agrarias como una de las líneas principales de sus actividades, a través de varios Institutos ubicados a lo largo del territorio nacional (Madrid, Murcia, León, Zaragoza, Granada, Málaga, Santiago de Compostela, Pontevedra y Salamanca).

Actualmente hay diez institutos, que aparecen a continuación con su localización y el número de personal entre paréntesis:

- Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, CEBAS (Murcia, 45 investigadores, 55 técnicos).
- Estación Agrícola Experimental, EAE (León, 5 investigadores, 20 técnicos).
- Estación Experimental de Aula Dei, EEAD (Zaragoza, 23 investigadores, 52 técnicos).
- Estación Experimental del Zaidin, EEZ (Granada, 52 investigadores, 40 técnicos).
- Estación Experimental La Mayora, EELM (Málaga, 7 investigadores, 60 técnicos).
- Instituto de Agricultura Sostenible, IAS (Córdoba, 17 investigadores, 11 técnicos).
- Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia, IIAG (Santiago de Compostela, 14 investigadores, 18 técnicos).
- Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, IRNAS (Sevilla, 28 investigadores, 35 técnicos).
- Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, IRNASA (Salamanca, 19 investigadores, 35 técnicos).
- Misión Biológica de Galicia, MBG (Pontevedra, 5 investigadores, 25 técnicos).

Por otro lado, el CSIC ha sido pionero en la investigación científica y desarrollo tecnológico en el área de ciencia y tecnología de alimentos. Seis institutos están llevando a cabo estas actividades actualmente.

- Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, IATA (Valencia, 42 investigadores, 65 técnicos).
- Instituto del Frío, IF (Madrid, 36 investigadores, 45 técnicos).
- Instituto de la Grasa y sus Derivados, IGD (Sevilla, 48 investigadores, 65 técnicos).
- Instituto de Nutrición y Bromatología, INB (Madrid, 9 investigadores, 10 técnicos).
- Instituto de Productos Lácteos de Asturias, IPLA (Villaviciosa de Odón - Asturias - 4 investigadores, 4 técnicos).

Además de estos institutos adscritos al área específica de la agroalimentación, algunos otros del área de recursos naturales están realizando actividades relacionadas con los recursos marinos, la acuicultura y las conservas de productos del mar, como:

- Instituto de Acuicultura de Torre de la Sal, IATS (Ribera de Cabanes- Castellón -21 investigadores, 26 técnicos).
- Instituto de Ciencias del Mar, ICM (Barcelona, 21 investigadores, 40 técnicos).
- Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía, ICMAN (Puerto real - Cádiz - 8 investigadores, 16 técnicos).
- Instituto de Investigaciones Marinas, IIM (Vigo- Pontevedra- 19 investigadores, 33 técnicos).

5.1.4. Las Universidades: potenciales recursos

La enseñanza e investigación en el campo agronómico comenzó en las universidades a mitad del siglo XIX, con el establecimiento de la Escuela Central de Agricultura y la creación de la Escuela de Ingenieros de Montes. Estas escuelas tenían en sus orígenes un carácter profesional y estaban adscritos a sus respectivos ministerios. Sin embargo, después de la Guerra Civil, que finalizó en 1939, las escuelas profesionales obtuvieron un carácter más académico, nombradas como Escuelas Técnicas Superiores de Ingeniería dependientes del Ministerio de Educación (y Ciencia). Durante la explosión

universitaria en España en la segunda mitad del siglo XX, se crearon varias Escuelas de Ingenieros Agrónomos (Córdoba, Lérida, Valencia).

Algunos de los departamentos de las universidades técnicas (politécnicas) y no técnicas involucrados en la biotecnología vegetal en España son los siguientes:

- Universidad de Barcelona (Facultad de Química, Departamento de Química).
- Universidad de Alcalá de Henares (Departamento de Biología Celular y Genética).
- Universidad Autónoma de Madrid (Departamento de Biología).
- Universidad de Córdoba (Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes).
- Universidad de Extremadura (Departamento de Ciencias Morfológicas y Biología Celular y Animal).
- Universidad Politécnica de Madrid (Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos).
- Universidad de Málaga (Facultad de Ciencias, Laboratorio de Bioquímica y Biología Molecular).
- Universidad de Murcia (Facultad de Biología).
- Universidad de Salamanca (Facultad de Biología).
- Universidad de Sevilla (Departamento de Genética).
- Universidad de Valencia (Facultad de Ciencias Biológicas).
- Universidad Politécnica de Valencia (Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos).

5.2. Estructura Industrial

El sector agroalimentario, entendido como el conjunto de empresas cuya actividad se desarrolla dentro de los segmentos de mercado “Agroalimentación: plantas” y “Agroalimentación: animales”, es un sector especialmente sensibilizado por la polémica actual suscitada entorno al empleo de los Organismos Modificados Genéticamente y la aparición de los denominados “productos transgénicos”. La existencia de cultivos transgénicos de diversas especies, el empleo de materia prima obtenida por manipulaciones genéticas en la elaboración de los productos, etc, ha provocado una

situación de alarma en la sociedad promovida por distintos agentes sociales que son capaces de crear “opinión pública” –grupos ecologistas, grupos de científicos, periodistas, etc-.

En este contexto de “pánico” la industria española del sector de la agroalimentación se muestra reacia a ser catalogada como grupo de empresas biotecnológicas, ya que este último concepto parece asociarse en estos momentos al empleo de las modificaciones genéticas en la obtención de los productos. A pesar de todo, se han registrado las opiniones de 22 empresas que afirman que su actividad principal está relacionada con la biotecnología.

La distribución territorial de las mismas sitúa a Cataluña –con 6 empresas, el 27,3%- como la comunidad autónoma con más activos, aunque lo realmente representativo es la ausencia de concentración empresarial en regiones determinadas. Andalucía y la Comunidad Valenciana tienen tres empresas cada una, Castilla La Mancha, Galicia y Madrid, dos, y Aragón, Canarias, País Vasco y La Rioja, una.

Este grupo industrial se caracteriza por estar formado por empresas privadas (90,5%), tanto nacionales como multinacionales, con una distribución donde el 52,4% de las mismas corresponde a las privadas nacionales y el 38,1% a las privadas multinacionales. El 9,5% restante corresponde a las empresas de carácter público.

De todas, el 57,1% son empresas que forman parte de un grupo empresarial, mientras que el 42,9% se define como empresa independiente. De las que están integradas en un grupo, el 58,3% son identificadas como empresas filiales, el 16,7% como empresas matriz y en mismo porcentaje como asociadas, mientras que la empresa conjunta sólo aparece en el 8,3% de los casos.

La sede central del grupo, para aquellas empresas que forman parte de él, es España en el 41,7% de los casos, otros países de la Unión Europea el 33,3%, resto de países no europeos el 16,7% y otros países europeos el 8,3%.

La relación de la actividad principal del conjunto –22 empresas- con la biotecnología, ya sea moderna o tradicional, es uno de los indicadores que ponen de relieve el

aprovechamiento de las nuevas tecnologías y de los avances científico-técnicos. El 22,7% de las empresas consideran la biotecnología como la actividad principal, mientras que el 77,3% la considera únicamente como una actividad más. Estos resultados ponen de manifiesto que este sector está formado no por empresas especializadas en las nuevas técnicas, sino en la consecución de productos ligados a las técnicas tradicionales que están incorporando los últimos adelantos para mejorar e incluso elaborar nuevos productos más competitivos en el mercado.

En lo que se refiere al tipo de biotecnología empleada el 59,1% manifiesta usarla en su nueva concepción, que incluye la utilización de los Organismos Modificados Genéticamente (OMG), en tanto que el 40,9% restante sólo emplea la biotecnología tradicional –procesos de fermentación clásicos, de conservación, de transformación con y sin aditivos, etc-.

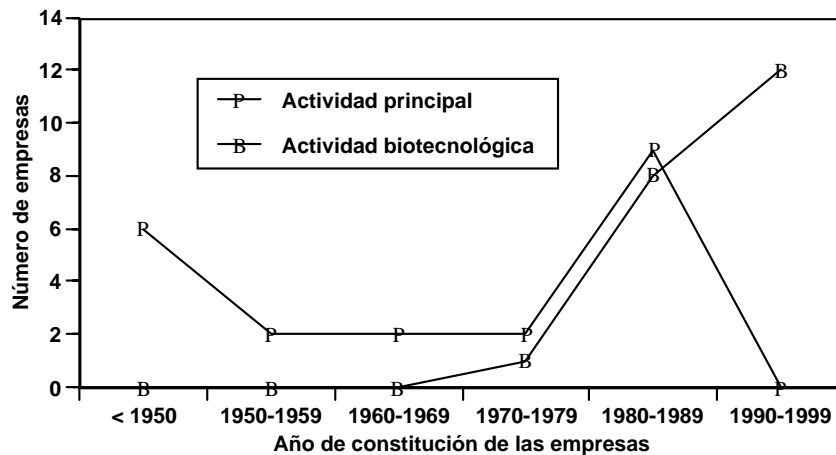
Debido a la situación de alarma en la que vive de forma continua el sector por las informaciones aparecidas en los medios de comunicación en relación a los graves perjuicios que las nuevas técnicas pueden ocasionar en el medio ambiente y en la propia salud de los consumidores, situación en un principio de corte coyuntural, los datos anteriores respecto a la utilización de la nueva biotecnología deben entenderse como mínimos, ya que esta situación dificulta enormemente la identificación de las empresas como usuarias de la biotecnología moderna.

Dentro del sector de “Agroalimentación: plantas” los segmentos de mercado que mantienen una mayor actividad son la “Propagación de plantas”, “Plantas transgénicas” –“nuevas propiedades” y “resistencia a agentes”- “Biopesticidas”, y “Diagnóstico de enfermedades de plantas”. Todos ellos son, desde 1999, temas de debate en la sociedad española, apreciándose una reacción negativa de la misma por la influencia de los ya comentados grupos de presión.

El sector “Agroalimentación: animales”, por su parte, aún carece de suficiente importancia en España, ya que está íntimamente ligado a los animales transgénicos y son muy pocas las empresas españolas que se dedican a ello, salvo las del sector biofarmacéutico que están interesadas por la utilización de las propiedades de los nuevos animales en la elaboración de los fármacos.

El año de inicio de las empresas que operan en el sector de la Agroalimentación se produce, fundamentalmente, en la década de los ochenta, más concretamente en la segunda mitad de los ochenta –entre 1985 y 1987 se crean 8 empresas, lo que representa el 33% del total-. Son empresas, además, que se incorporan a las tendencias de oferta y demanda de productos o procesos biotecnológicos de forma reciente, en los noventa principalmente –12 empresas inician sus actividades en biotecnología entre 1990 y 1996 (67%) y 5 entre 1986 y 1988 (24%)-. Parece claro el “decalage” existente entre el año de inicio de la actividad principal y el año de inicio de la actividad en biotecnología (figura 5.1).

Figura 5.1.- Fechas de fundación de las empresas del sector agroalimentario



Fuente: Elaboración propia sobre datos encuesta.

La evolución del número de empleados en los últimos tres años ha sido creciente en el 61,9% de los casos, decreciente en el 23,8% y sin crecimiento en el 14,3%, lo que evidencia un proceso de expansión y de asentamiento en el mercado. La evolución del número de titulados superiores es aún más positiva, ya que el 72,7% de las empresas ha aumentado su número y el 27,3% los ha mantenido. Ninguna empresa ha experimentado una evolución decreciente en el número de titulados superiores, muestra inequívoca de la toma de conciencia de la alta dirección de las empresas, que considera necesaria e imprescindible la contratación de personal cualificado para el abordaje y puesta en marcha de la tecnología más moderna.

La media de empleados por empresa es de 541 y de titulados superiores de 59 –teniendo en cuenta que hay alguna empresa con más de 7.000 empleados y de 1.000 titulados superiores, que provoca un aumento de la media por encima de lo esperado-. Las correcciones de la mediana sitúan al primero en 82 y al segundo en 10, valores que pueden considerarse más próximos a la realidad.

De esta forma, el 31,8% de las empresas se encuentra en el intervalo de entre 50 y 99 empleados, el 27,3% tiene entre 20 y 49 y en igual porcentaje entre 100 y 199 empleados. El 9,1% -2 empresas- tiene más de 2.000 empleados y una empresa (4,5%) menos de veinte.

Respecto a los titulados superiores, el 72,8% de las empresas tienen menos de veinte, el 18,2% entre 20 y 49, el 4,5% entre 50 y 99 y en mismo porcentaje entre 1.000 y 1.999 titulados superiores.

La cifra de negocios total de este grupo de empresas fue de 174.685 millones de pesetas en 1997, ascendiendo hasta los 200.570 millones en 1998, lo que representa una subida del 14,8%. La media por empresa para 1997 fue de 9.194 millones y para 1998 de 10.028 (se encuentran empresas cuya cifra de negocios es de 90.000 millones en 1997 y de 98.000 en 1998), siendo la mediana de 1.200 y 2.015 respectivamente, lo que mostraría un aumento de casi el 68%.

El porcentaje de la cifra de negocios que corresponde a biotecnología en 1997 fue del 28,25%, aumentando hasta el 30,26% en 1998. Esto representa, respecto a la cifra total, 49.349 millones de pesetas en 1997 y 60.692 en 1998, que se obtienen de las actividades industriales directamente relacionadas con la biotecnología, con un incremento de casi el 23%. En lo que se refiere a la cifra de negocios en biotecnología por empresa –calculada sobre la mediana-, para 1997 fue de 339 y para 1998 de 756 millones de pesetas, con un aumento del 123%.

Las empresas, no obstante, adquieren una parte de esta cifra de negocios gracias a las exportaciones realizadas, exportaciones que llevan a cabo el 54,5% de las empresas del sector de la Agroalimentación. El volumen de exportaciones total de las 12 empresas fue de 35.580 millones de pesetas (213,86 millones de euros) en 1997 y de 46.610

(280,16 millones de euros) en 1998 –incremento de la facturación de las exportaciones en el 31%-, cifras que representan respecto al volumen de facturación total el 20,4% y el 23,2% respectivamente.

El volumen medio por empresa fue de 3.235 millones de pesetas para 1997 y de 3.884 para 1998 –teniendo en cuenta que una sola empresa tuvo un volumen de exportaciones de 30.000 millones de pesetas para 1997 y de 40.000 para 1998 sobre los volúmenes totales antes mostrados, ejerciendo, de forma evidente, gran influencia en las medias ofrecidas y un efecto distorsionador-, siendo la mediana de 300 y 236,5 millones de pesetas para los años antes referidos.

El porcentaje del volumen de exportaciones en relación a la biotecnología fue del 48,8% para 1997 y del 38% para 1998, que representan 17.374 millones de pesetas para 1997 y 17.712 para 1998, con un aumento de algo menos del 2%, aumento debido al incremento experimentado en el volumen de exportaciones total, ya que, como acabamos de apreciar, el volumen de exportaciones relacionado con la biotecnología ha experimentado un importante retroceso en 1998 –más de diez puntos-.

Respecto a los países de exportación, la Unión Europea, con el 83,3%, constituyó el principal centro de destino de los productos biotecnológicos, seguido del resto de países, con el 41,7%, y del resto de países europeos, 25%.

Todos los indicadores antes mencionados se erigen en magnitudes fruto de la actividad industrial de la empresa, como también lo son las actividades innovadoras y de investigación y desarrollo tecnológico, actividades estas últimas que dotan a la industria de la capacidad de adaptación al mercado y a la competitividad del mismo.

Es por ello por lo que las estrategias empresariales apuestan cada vez más decididamente por estas actividades, con el fin de lograr una mejora de los productos y procesos, cambios organizativos, adaptación a la nueva tecnología, etc. Esta afirmación queda reflejada en el hecho de que el 86,4% de las empresas encuestadas han realizado actividades innovadoras o de I+D en el campo de la biotecnología en el período 1995-98, ya sean de proceso o de producto. Únicamente tres empresas no han realizado estas actividades en el período mencionado.

Respecto a las innovaciones de procesos, el 63,6% de las empresas agroalimentarias ha realizado estas actividades durante el período mencionado, siendo el 72,7% en lo que se refiere a las de productos. En general, procesos y productos, el 68,4% de las empresas que han llevado a cabo actividades de innovación o de I+D lo han hecho de forma sistemática.

La realización de la innovación lleva consigo un gasto que es considerado por numerosas empresas como “esfuerzo adicional” para adaptarse de forma continua a los adelantos tecnológicos del mercado. El gasto total en innovación e I+D para 1997 fue de 2.891 millones de pesetas –cifras obtenidas de 16 contestaciones-, ascendiendo hasta 3.153 –sobre 15 contestaciones- en 1998, con un aumento del 9%. La media por empresa fue de 181 y 210 respectivamente y la mediana de 57,5 y 90 millones de pesetas para estos años.

El porcentaje del gasto de innovación e I+D en 1997 correspondiente a la actividad en biotecnología fue del 31,63%, lo que representan 914 millones de pesetas. Para 1998, el porcentaje ascendió al 33,12%, representando 1.044 millones de pesetas, con una subida del 14,2%.

El mayor gasto (por lo menos en lo que se refiere a menciones realizadas, aunque no en cuanto a fondos propiamente destinados ya que la formulación de la pregunta no estaba orientada a la consecución de información sobre cuantías) se deriva de los gastos internos en I+D (el 89,5% de las empresas ha destinado partidas presupuestarias de I+D a este gasto), seguidos de los gastos para adquisición de maquinaria y equipo (57,9%). Los gastos externos de I+D (42,1%), gastos de formación (36,8%), comercialización de nuevos productos (21,1%) y los gastos en diseño e ingeniería industrial (10,5%) forman parte de las “inversiones” realizadas por las empresas en I+D.

Estos gastos han tenido un impacto económico con el incremento de la facturación en el 33,3% de las empresas, siendo el 25% las empresas que han experimentado una evolución positiva de las exportaciones (porcentajes calculados sobre 12 contestaciones). Estas últimas, además de aumentar las exportaciones también lo han

hecho en el volumen de facturación, lo que convierte a la innovación en un activo determinante del crecimiento económico de este colectivo.

Las fuentes de financiación más utilizadas por las empresas en el abordaje de las actividades de innovación y de I+D en biotecnología son los fondos propios (el 84,2% de las empresas ha dedicado parte de su presupuesto en actividades de investigación y desarrollo) y los fondos de la Administración Central y Autónoma (57,9%). Las empresas, según sus propias afirmaciones, ponen en juego partidas presupuestarias destinadas a la innovación, una muestra más de su apuesta de futuro. Los fondos de la administración autónoma, utilizados por el 36,8% de las empresas, del extranjero (15,8%), de otras empresas (5,3%) y de las instituciones privadas sin fines de lucro – fundaciones- (5,3%) completan el juego de fuentes de financiación utilizadas para subvencionar los gastos en I+D.

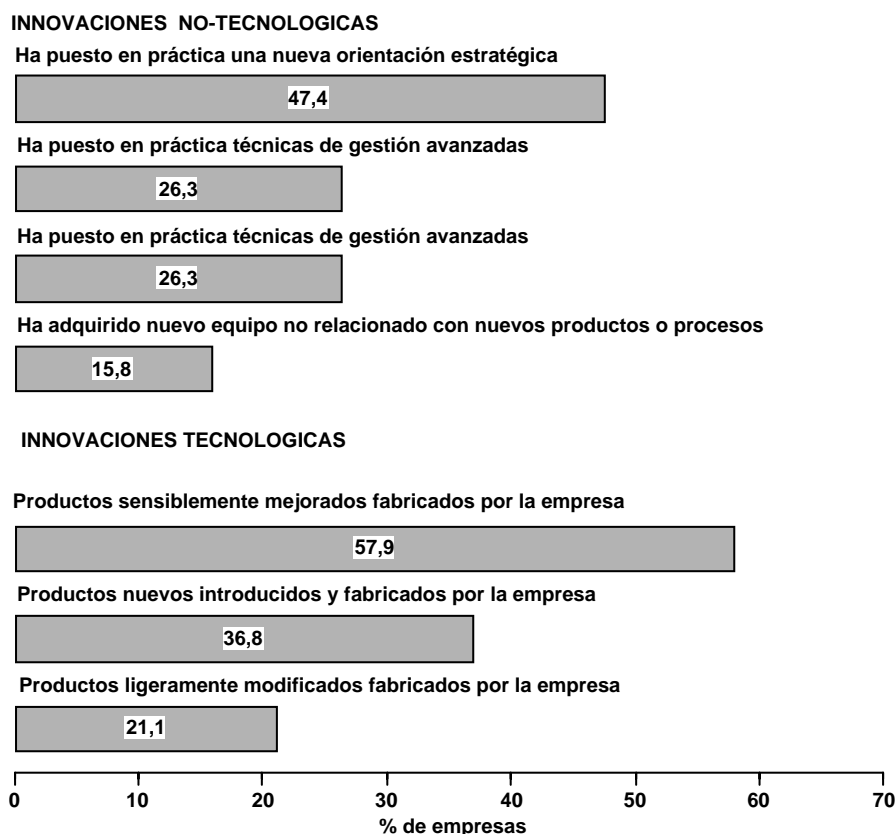
La participación de la empresa en programas nacionales e internacionales relacionados con proyectos de investigación en biotecnología es otro indicador de la “madurez” del colectivo. Así, el 57,9% de las empresas manifiesta haber participado en Planes Nacionales y en mismo porcentaje en Programas de la Unión Europea. En Planes Autonómicos la participación se reduce al 21,1%, resultando nula –ninguna empresa- en Programas Internacionales. Las empresas ya acometen proyectos de investigación acudiendo a los distintos programas, nacionales y europeos, aunque aún parece pronto, ya sea por la reciente incorporación de las empresas a estos programas o por el propio desconocimiento de los mismos, para explotar la oportunidad que ofrecen los proyectos de programas internacionales.

El número de empleados total dedicados a la I+D en 1998, entendido como capital humano y potencial español en agroalimentación, fue de 626, con una media por empresa de 33 y una mediana de 20. El porcentaje de empleados dedicados a la investigación y el desarrollo sólo en biotecnología fue del 27,4%, lo que representa una media por empresa –calculado sobre la mediana- de 5-6 empleados. La evolución experimentada durante el período 1995-98 fue de crecimiento para el 68,4% de las empresas y de estabilidad para el 31,6%. Ninguna empresa ha perdido personal dedicado a la innovación.

El colectivo de titulados superiores dedicados a la I+D en el mismo año fue de 197, que representa el 31,5% del personal total que realiza estas actividades. La media de titulados por empresa fue de 12 y la mediana de 5. El porcentaje de titulados superiores dedicados sólo a biotecnología fue del 37,9%, con 2 titulados por empresa de media. El 63,2% de las empresas han incorporado graduados entre 1995 y 1998 y ninguna empresa, al igual que ocurría con los empleados, ha visto disminuida su plantilla en lo que se refiere a titulados superiores. Aunque en la evolución temporal, 1995-98, los datos ofrecidos por el número de empleados son superiores al de titulados superiores, la distribución encontrada puede y debe considerarse como muy positiva.

Las innovaciones tecnológicas más realizadas entre 1997 y 1998 fueron los productos sensiblemente mejorados y fabricados por la empresa, como así se muestra en la figura 5.2.

Figura 5. 2.- Innovaciones llevadas a cabo por las empresas agroalimentarias en el periodo 1997-1998



Fuente. Elaboración propia sobre datos encuesta.

Los productos nuevos introducidos y fabricados por la empresa no son realizados ni por la mitad de las mismas, lo que podría indicar que la industria española no se encuentra aún en un estadio lo suficientemente avanzado como para acometer la introducción de nuevos productos, sino que debe conformarse con la mejora de los ya existentes para lograr una mejora de su competitividad.

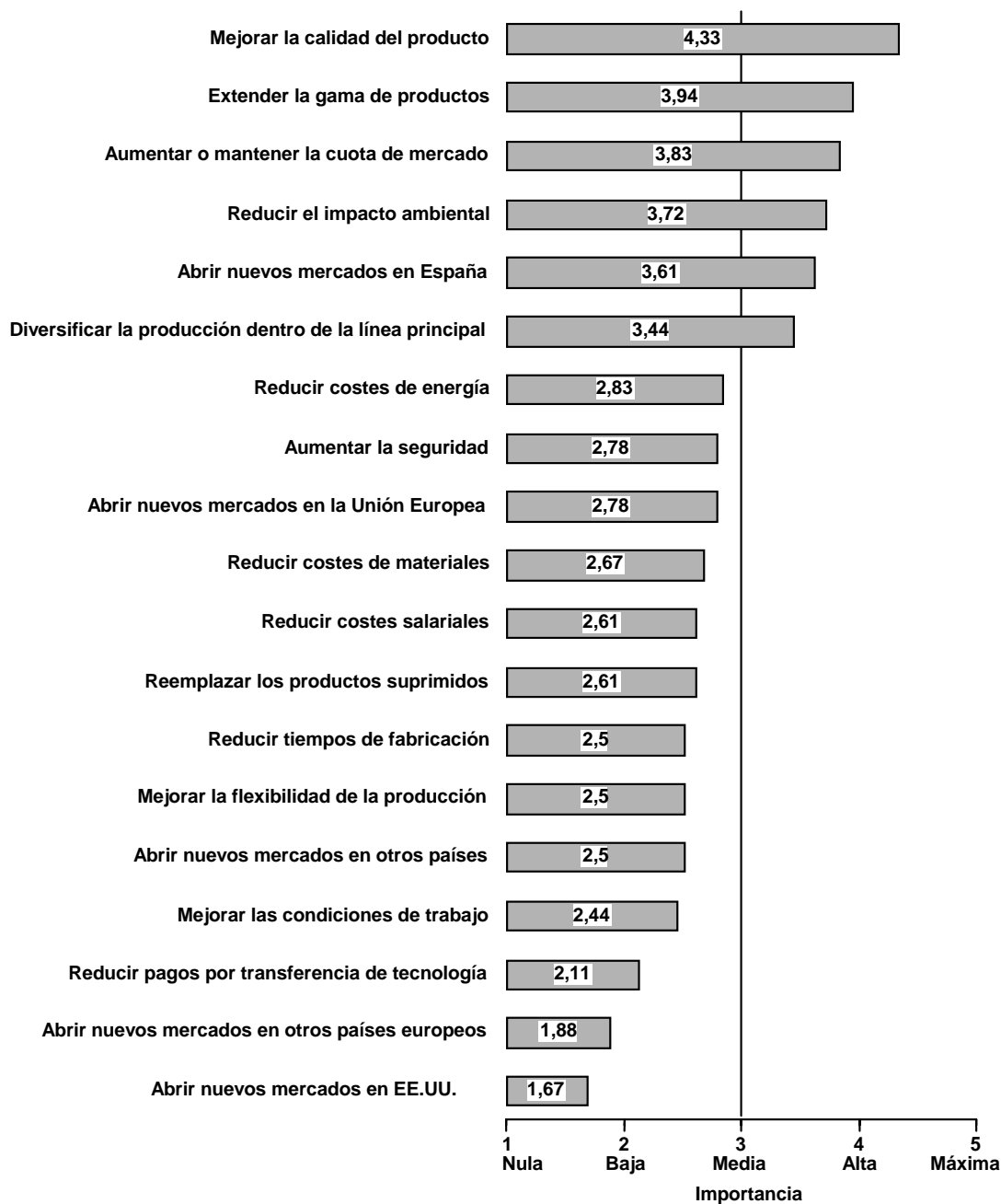
La innovación no tecnológica más acometida fue la puesta en práctica de una nueva orientación estratégica, aunque fue llevada a cabo por algo menos de la mitad de las empresas. Estas innovaciones son menos valoradas que las referidas a las tecnológicas, muestra de una mayor preocupación de los empresarios por la obtención de resultados tangibles y directamente relacionados con la producción.

Las prioridades de las empresas radican en la mejora de la calidad del producto, extender la gama de productos y aumentar o mantener la cuota de mercados (figura 5.3).

El primero de los mencionados se revela como el objetivo prioritario por excelencia, con una valoración de 4,33 sobre 5, en una escala donde 1 representa “nada importante” y 5 “muy importante”. Los dos siguientes obtienen valores cercanos a 4, “importante”. Por el contrario, abrir mercados en Estados Unidos y en otros países europeos son los menos valorados, demostrando una estrategia empresarial de consolidación en el mercado nacional y de la Unión Europea mediante la mejora de los productos existentes y la incorporación de otros nuevos. La reducción del impacto medioambiental es altamente valorado por los empresarios como prioridad establecida en su política, algo que debe tenerse en cuenta por la situación actual de conflicto surgida en la sociedad por el cultivo extensivo de plantas modificadas genéticamente.

La seguridad como principio elemental es el que debe regir toda innovación realizada en este sentido y la preocupación experimentada por las empresas debe trascender de la propia frontera de la industria para introducirse en la sociedad en general, creando una opinión pública debidamente formada y siendo transparentes en la información ofrecida sobre los ensayos e investigaciones realizadas. La falta de información a la sociedad por parte de las autoridades públicas, de científicos y del propio sector industrial y la ausencia de un debate constructivo emergen como “puntos negros” en la investigación llevada a cabo.

Figura 5.3.- Prioridades de las actividades de innovación de las empresas agroalimentarias

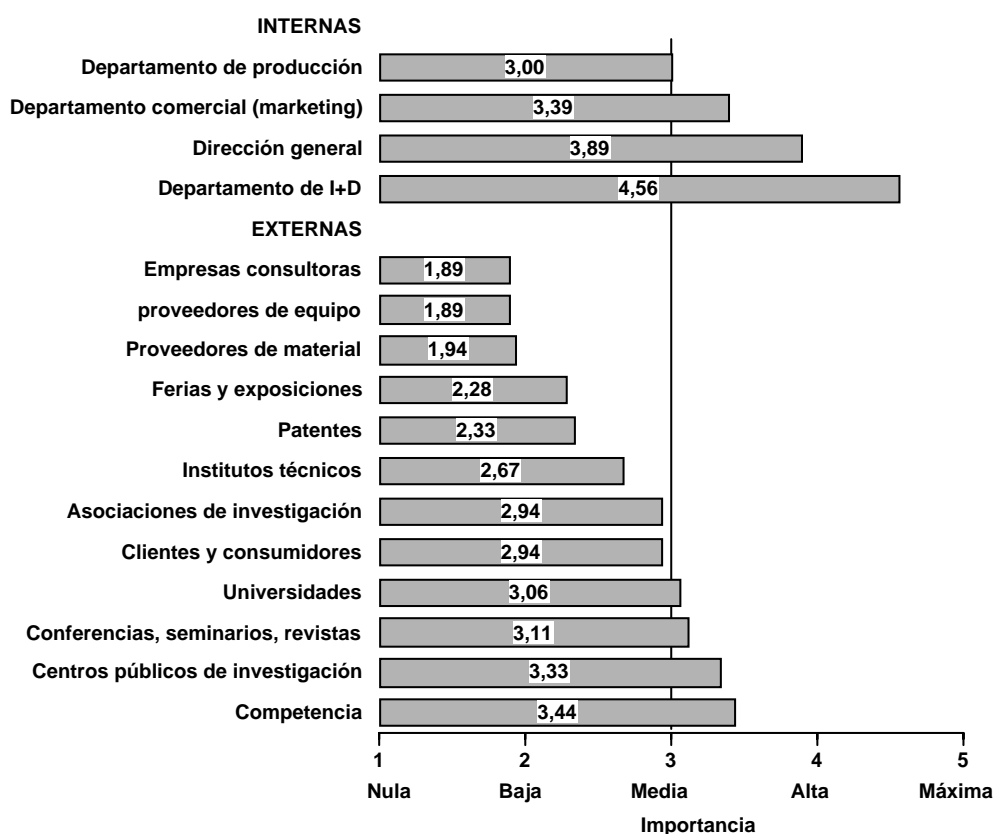


Fuente: Elaboración propia sobre datos encuesta

Las ideas que surgen en la empresa para la realización de las actividades de investigación e innovación pueden proceder de fuentes internas o externas. En las primeras, son el departamento de I+D y la dirección general las que se presentan como las más participativas en la aportación de ideas innovadoras (figura 5.4).

Es relevante y significativo la valoración alcanzada por el departamento de I+D, que muestra la gran importancia que para la empresa ha alcanzado este departamento en la consecución del pleno desarrollo. España, país con poca tradición en investigación, se va incorporando a los patrones marcados por países más industrializados, avanzados y con mayor tradición investigadora.

Figura 5.4.- Fuente de las ideas de innovación en las empresas agroalimentarias



Fuente. Elaboración propia sobre datos encuesta

Respecto a las fuentes externas, la competencia y los centros públicos de investigación y universidades son los más citados. La competencia siempre es referencia obligada en el proceso competitivo pero cabe resaltar el protagonismo experimentado por los centros públicos de investigación y las universidades. La colaboración entre ambos organismos y las empresas es un ideal al que la tendencia actual parece acercarse, aunque se denota una falta de apoyo institucional, con la implementación de políticas activas que favorezcan este proceso de acercamiento. Las consultoras, con la valoración mínima otorgada, aún no están capacitadas para afrontar el reto industrial y se encuentran todavía inmersas en un proceso de aprendizaje.

Las fuentes internas, no obstante, tienen una mayor relevancia e importancia en el origen de las ideas innovadoras, quizá por la existencia de departamentos especializados (de I+D) que dirigen la política interior en materia de investigación e incentivan y motivan al resto de departamentos existentes.

La realización de actividades de innovación e investigación se revela como una tarea que supone un esfuerzo adicional y que, a su vez, proporciona un valor añadido a la empresa. Este esfuerzo se suaviza acometiendo los trabajos y proyectos en colaboración con otras instituciones, ya sean de carácter privado o público, nacionales e internacionales.

La industria española, con una cultura empresarial excesivamente preocupada por la búsqueda de beneficios inmediatos, despreocupada de la I+D hasta la década de los 80 y reacia al establecimiento de redes para el abordaje de las investigaciones, parece cambiar el rumbo -por lo menos en el sector de la agroalimentación en relación a la biotecnología- en lo que se refiere al establecimiento de colaboraciones y a la cooperación con distintas instituciones en la realización de actividades de innovación o I+D.

En el período 1997-98 casi el 75% de las empresas encuestadas han cooperado con las universidades españolas y más del 65% con organismos públicos de investigación nacionales (tabla 5.2). Estas dos instituciones aparecen como un apoyo indispensable para la industria en su relación con el mundo de la investigación, con un protagonismo que en escasas ocasiones se le concede.

La relación entre el mundo público de investigación –que engloba a los centros de investigación y a las universidades- y el empresarial no se revela con tanta fuerza en otros sectores y esto puede deberse a las propias características de la biotecnología, que demandan continuas innovaciones y que está basado en el empleo de las capacidades de los organismos para la mejora de los productos, de los procesos y de la aparición de nuevos productos mejorados. La innovación dota a la empresa de cualificación y garantías de éxito ante la competencia, pero la innovación supone un esfuerzo que puede y debe ser compartido con organismos especializados, como son los

anteriormente citados. La empresa ha sabido reaccionar aprovechando el excelente potencial humano de alta cualificación que se encuentra en las universidades y en los OPIS.

Tabla 5.2.- Cooperación de las empresas del sector agroalimentario con diferentes instituciones para la realización de actividades de innovación y de I+D en biotecnología (1997-1998)

Colaboraciones	España	Países de la U.E	Otros países europeos	Otros países
Empresas del mismo grupo	15,8	36,8	10,5	21,1
Clientes	21,1	5,3	-	-
Proveedores	15,8	15,8	-	-
Otras empresas del sector	31,6	42,1	-	21,1
Empresas conjuntas	5,3	-	-	5,3
Expertos y empresas consultoras	21,1	-	-	-
Empresas no relacionadas con el sector	-	-	-	-
Organismos públicos de investigación	68,4	36,8	-	15,8
Universidades	73,7	21,1	-	15,8
Asociaciones de investigación	26,3	15,8	-	15,8
Datos en % sobre 19 firms				

Fuente: Elaboración propia sobre datos encuesta

La cooperación con instituciones de países de la Unión Europea es más fuerte con otras empresas del sector, con los organismos públicos de investigación y con las empresas del mismo grupo, siendo las empresas del mismo grupo y otras empresas del sector las

preferidas en la cooperación con otros países. Cabe resaltar que la cooperación con otros países europeos no pertenecientes a la UE es inexistente.

El desarrollo de nuevos productos biotecnológicos puede ser el resultado de la realización de proyectos de investigación y esto ha sido así para el 84,2% de las empresas en el período 1995-98. De estas –16 empresas- el 56,3% ha logrado el desarrollo de nuevos productos de forma interna en la propia empresa y sin colaboración alguna. Por su parte, el 75% de las empresas ha desarrollado nuevos productos en colaboración con otros centros o empresas, acentuándose la relación existente entre el sector industrial y los organismos públicos de investigación y las universidades nacionales, ya que estas dos instituciones son las que han participado en mayor medida en el desarrollo de los nuevos productos.

Las colaboraciones con empresas del mismo grupo y con organismos públicos de investigación de la Unión Europea y con empresas del mismo grupo y otras empresas de otros países son las más reseñadas en cuanto a las conexiones internacionales, aún considerándose insuficientes y con la necesidad de potenciar.

La evolución de las colaboraciones de las empresas con las instituciones antes mencionadas durante el período 1995-98 ha sido, de forma genérica, creciente: el 82,4% de las empresas considera así la evolución de sus contactos, perteneciendo el 17,6% a los que opinan que ha sido de crecimiento intenso y el 64,7% a los que su crecimiento ha sido moderado. El 11,8% -2 empresas- afirma haber experimentado un retroceso en sus colaboraciones y una que su evolución no ha sufrido ninguna modificación –estable en el tiempo-.

El motor de la biotecnología reside en la propia tecnología, por lo que su utilización y empleo es la clave del éxito de las empresas que operan en este sector. La adquisición y venta de la misma confiere a la industria una posición de liderazgo que debe traducirse en dominio sobre la competencia.

El sector agroalimentario se encuentra todavía en la fase de compra de tecnología, tanto de equipos como de I+D contratada, de personal y de comunicaciones y formación, cuyo mercado principal es el nacional (tabla 5.3). Los esfuerzos se centran

fundamentalmente en la compra de equipo, ya que tanto los países de la Unión Europea como del resto de países –más concretamente EEUU- se convierten en potenciales suministradores de la industria española. La dependencia tecnológica se hace patente una vez más.

Tabla 5.3.- Transferencias de nuevas biotecnologías en las industrias españolas.

	España		Países de la U.E.		Otros países europeos		Otros países	
	Compra	Venta	Compra	Venta	Compra	Venta	Compra	Venta
Equipos	8	-	6	-	2	-	5	-
I+D contratada fuera de la empresa	7	3	2	-	1	-	2	1
Servicios de consultoría	2	2	2	-	-	-	1	-
Contratación de personal	7	-	1	1	1	-	1	1
Comunicación y formación	7	5	2	2	1	1	4	2
Datos: nº de empresas españolas que han comprado o vendido nuevas (bio) tecnologías								

Fuente. Elaboración propia sobre datos

En lo que se refiere a la venta de “nueva tecnología”, las empresas suministran ante todo comunicaciones y formación y servicios de Investigación y Desarrollo.

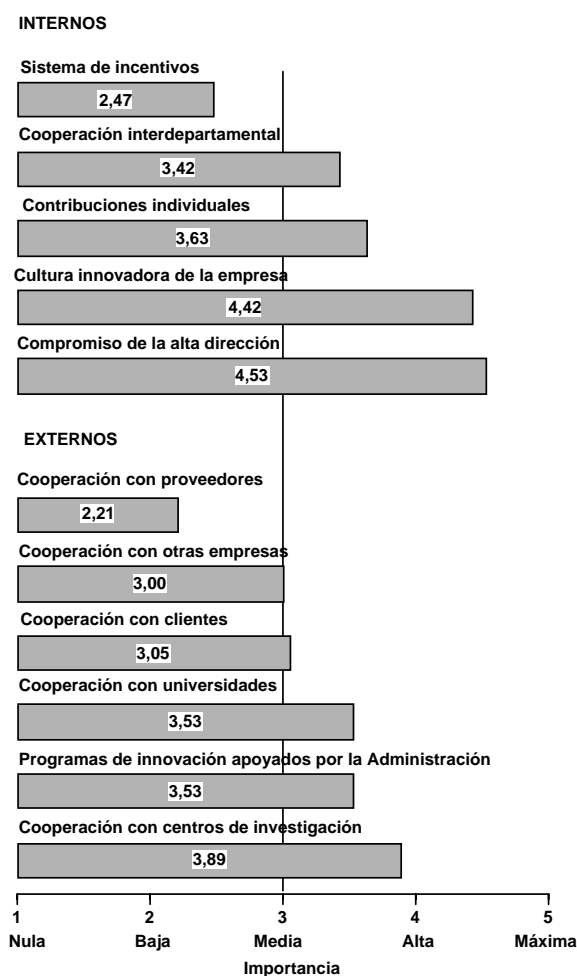
Los factores que dificultan la actividad innovadora de las empresas pueden clasificarse, según su origen, en económicos, empresariales y externos. Dentro de los primeros, es el alto coste de la innovación el que en mayor medida y según la opinión de los empresarios condiciona la realización de estas actividades (figura 5.4 del Apéndice V).

En cuanto a los factores empresariales, la falta de personal cualificado es el más citado, siendo la reglamentación, normas y legislación en lo referente a los factores externos. De todos ellos es este último el que alcanza la mayor valoración –3,42 en una escala entre 1 y 5, donde 1 es “ninguna dificultad” y 5 “máxima dificultad”- si bien es cierto que la puntuación obtenida muestra una situación que no puede ser considerada como

crítica. La ausencia de ítems con valoraciones altas –a partir de 4- puede entenderse como un indicador de satisfacción –que no conformismo- con el marco actual, tanto económico como social.

Los factores que en mayor medida contribuyen al éxito de las actividades innovadoras, y que quizá estén contribuyendo de forma decisiva a esa situación de estabilidad socioeconómica y de crecimiento empresarial, son el compromiso de la alta dirección y la cultura innovadora de la empresa en cuanto a los internos, y la cooperación con centros de investigación en cuanto a los externos (figura 5.5). Es de destacar la importancia que se atribuye a los factores internos, factores que deben convertirse en motor de la innovación.

Figura 5.5.- Principales factores que apoyan las actividades de innovación en las empresas agroalimentarias.



Fuente: Elaboración propia sobre datos encuesta

La apuesta por la innovación de los propios empresarios con la interiorización de pautas en pro de la mejora tecnológica –como así deben entenderse el compromiso de la alta dirección y la cultura innovadora- unida a la cooperación y colaboración con los centros de investigación y las universidades en el desarrollo de los proyectos dota al futuro del sector de unas perspectivas inmejorables.

5.3 Mercado. Fuerzas y Demandas.

El sector agrícola y de la agroalimentación, que incluye los sectores agrario y pesquero y de la industria alimentaria (con las ramas de actividad de carnes y conservas, leche y productos lácteos, otros alimentos, bebidas y tabacos) ha estado experimentando un declive en España a lo largo de los últimos veinte años (década de los ochenta y noventa), pero aún así todavía representó en 1994 (mitad del período de estudio) alrededor del 8% del Valor Añadido Bruto Nacional a precios de mercado (VAB a p.m.). En 1998, último año del que se disponen datos definitivos, la suma de las participaciones de los sectores agrario y pesquero y de la industria alimentaria en el VAB a p.m. se redujo al 6,77, según datos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en su publicación “La Agricultura, la Pesca y la Alimentación en España 1999”. La evolución, negativa, en la década de los noventa fue la siguiente: 1990- 9,5; 1991- 8,2; 1992- 7,6; 1993- 7,6; 1994- 8,0; 1995- 7,1; 1996- 7,22; 1997- 7,07; 1998- 6,77.

El valor real de la Producción Final Agraria alcanzó en 1999 los 4.440,6 millones de pesetas corrientes (estimaciones realizadas a 25 de enero de 2000), con un descenso en volumen del 3,3% en relación con la del año anterior –1998, datos provisionales, 4.592,5 millones de pesetas-, integrando los tres subsectores: agrícola (57,3% del total), ganadería (38,6%) y silvicultura (3,4%).

La Renta Agraria o Valor Añadido Neto al coste de los factores resultante de corregir el Valor Añadido Bruto anteriormente considerado con las subvenciones, impuestos y amortizaciones, experimentó un descenso del 4,2%, situándose en 2.843,4 millones de pesetas en 1999.

La renta per cápita en el sector agrario ha estado creciendo en términos reales durante los últimos doce años, aunque el valor parece estar estancado o ligeramente en descenso durante los últimos años. Estos datos sitúan bien a España con respecto al resto de la UE. En España, desde 1991 se ha incrementado el 50%, considerando que ha crecido sólo el 18% en la UE durante el mismo período. Merece la pena resaltar que la actividad agraria es tremendamente dependiente de las condiciones climáticas, sufriendo subidas y bajadas con las variaciones de la temperatura y de las lluvias. Así, el otoño-invierno

del año agrícola 1998-99 se caracterizó por una falta de precipitaciones en amplias zonas de España, especialmente en la mitad sur peninsular, por lo que resultó el año más seco, octubre-noviembre, de los últimos 35 en 13 de las 17 CC.AA. Esto supuso, junto con la escasez de lluvias durante la primavera, fuertes disminuciones de las cosechas de cereales, leguminosas, oleaginosas y otros cultivos de secano. Otros factores que afectaron a esta reducción, de bajos rendimientos unitarios, fueron la reducción de superficies sembradas y cosechadas. Los cultivos leñosos y los recursos pastables también sufrieron disminuciones en sus cosechas.

El sector empleó en 1999, según los datos de la Encuesta de Población Activa (EPA) del INE recogidos por la publicación antes mencionada, a 958.400 personas en la rama de actividad agraria (que incluye los subsectores agrícola, ganadero y forestal) y a 56.400 en la de la pesca, lo que supone una variación negativa sobre el año anterior del 4,7% en el sector agrario y positiva del 2,3% en el pesquero. La tasa de paro total del agrario y pesquero en 1999 fue del 17,7 y 7,7 por ciento respectivamente, con un descenso sobre el año anterior del 0,2 y 1,7. Estas cifras contrastan con la tasa de paro de todos los sectores, el 15,9%, casi tres puntos inferior a la de 1998 (18,8%). La población activa agraria, sin incluir la pesca, fue en 1999 el 7,1% de la población activa total, con grandes diferencias regionales en la distribución, si bien el continuo descenso sobre el peso de la población total, que hasta 1985 se había mantenido por encima del 15% y hasta 1991 por encima del 10%, augura un futuro poco prometedor.

Los resultados del sector agrario son relativamente buenos en lo que se refiere al cambio de tendencia de la tasa de paro experimentado a finales de los noventa, ya que desde 1991 y hasta 1997 sufrió una evolución positiva, pasando del 13% al 19,4%, con una importante recesión en los años 1998 y 1999, situándose en este último año en el 17,7%. En cuanto al conjunto nacional, hay que señalar que la tasa de paro del sector agrario siempre ha estado en la década de los noventa por debajo del total nacional, a excepción de 1999, 1,8 puntos más alta. Aunque la tasa de paro en el sector ha bajado en el último año, dato positivo, ésta se ha situado por encima del conjunto nacional, dato negativo.

El sector pesquero, por su parte, ha sufrido altibajos en la tasa de paro entre 1990 y 1999, situándose al final del período en una posición muy similar que la encontrada al principio del mismo: 7,9 en 1990- 7,7 en 1999. Debe enfatizarse el descenso de la

misma desde 1996 (10,9%) hasta la actualidad (7,7%) y la posición de ventaja del sector pesquero, referido a la tasa de paro, respecto al total nacional: en 1999, 7,7 versus 15,9.

No obstante, el número de activos de ambos sectores, agrario y pesquero, ha disminuido de forma progresiva en los noventa, pasando en 1990 de 1.583.600 y 102.400 respectivamente a 1.161.400 y 61.100 en 1999.

5.3.1. Comercio exterior.

A lo largo de 1999 los datos de las exportaciones totales de España aumentaron, en pesetas corrientes, en un 5,6%, mientras que las importaciones lo hicieron en un 14,4%, aumentándose en un 52,5% el déficit de 1998, que se cerró con un saldo negativo de 5.411,6 millones de pesetas corrientes. La tasa de cobertura para el mismo año fue del 76,1%, seis puntos porcentuales menor que la del año anterior, continuando la tendencia decreciente iniciada en 1998, después de una década de continuas subidas, en la que se pasó del 63,3% de 1990 al 85,3% de 1997.

El comercio exterior agrario, cuya fuente –la Agencia Tributaria, el Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales- no incluye los productos pesqueros ni sus derivados, aumentó el 1,4% las exportaciones en 1999, con un aumento de las importaciones del 5% y un saldo positivo de 230.500 millones de pesetas. La tasa de cobertura se situó en el 110,7%, con un descenso de 3,8 puntos porcentuales con respecto a 1998 y una tendencia similar, de descenso, al conjunto del comercio exterior nacional.

Las exportaciones del sector agrario representan, en 1999 y según los datos provisionales disponibles, el 13,9% sobre el comercio exterior total, y las importaciones el 9,6%. Respecto a las exportaciones, los años noventa se han visto marcados por continuos altibajos en el peso sobre el total nacional, situándose alrededor del 17% en la primera mitad. Sin embargo, a partir de 1995 y a excepción de 1997 en el que se aprecia un pequeño repunte, la tendencia decreciente ha sido la pauta general, alcanzándose el mínimo en el último año, 1999.

Las importaciones encuentran una curva similar a la de las exportaciones entre 1990 y 1999, donde se refleja un marcado punto de inflexión en 1994, año hasta el cual las

importaciones habían pasado del 11,5% al 14% sobre el total del comercio exterior. A partir de este momento el peso del comercio agrario sobre el total nacional desciende de forma significativa hasta alcanzar, de nuevo, el mínimo en 1999, con el 9,6%.

Por otro lado, el porcentaje de la exportación agraria sobre la Producción Final Agraria, excluida la producción final de la selvicultura, se ha duplicado en los diez años, pasando del 27,1% de 1990 al 55,8% de 1999.

En definitiva, las exportaciones del subsector alimentario² y no alimentario – ambos componen el sector agrario-, y del sector pesquero han sido, en miles de millones de pesetas, de 2.267,0, 126,7 y 260,8 respectivamente, siendo las importaciones de 1.883,4, 279,8 y 530,9. Esto arroja un saldo positivo para el primero de 383,6 mil millones de pesetas –y una tasa de cobertura del 120,4%- y negativo para los dos restantes de 153,1 –tasa de cobertura del 45,3%, inferior en 0,9 puntos porcentuales a la de 1998- y 270,1 mil millones respectivamente. Los productos que contribuyeron en mayor medida al déficit del subsector no alimentario fueron madera, pieles y algodón.

a) Identificación de las principales exportaciones por capítulos y productos.

1. Subsector Agrario Alimentario

Las exportaciones alimentarias representaron en 1999 el 94,7% del total de las exportaciones agrarias, siendo los capítulos con mayor volumen de negocio los “frutos comestibles, cortezas de agrios o de melones”, “legumbres y hortalizas, plantas, raíces y tubérculos alimenticios”, “bebidas, líquidos alcohólicos y vinagre”, “preparaciones de legumbres u hortalizas, de frutos o de otras partes de planta” y “carne y despojos

² Según las especificaciones de la Agencia Tributaria, el sector Agrario “comprende los capítulos del Arancel de Aduanas 1 al 24 (excepto los capítulos, partidas y subpartidas correspondientes al sector pesquero), 41, 44, 45 y 50 a 53. El subsector Alimentario comprende los capítulos del Arancel de Aduanas números 1 al 24 (excepto los capítulos 6, 13 y 14 y los capítulos, partidas y subpartidas correspondientes al sector pesquero). El subsector No Alimentario comprende los capítulos del Arancel de Aduanas números 6, 13, 14, 41, 44, 45 y 50 a 53. El sector Pesquero comprende el capítulo 3 del Arancel de Aduanas, las partidas 1.603 a 1.605 y las demás partidas y subpartidas correspondientes a otros productos de la pesca (aceites, harinas, etc.)

comestibles”. Sus exportaciones, en miles de millones de pesetas, fueron de 554,3, 407,9, 282,2, 204,4 y 171,0 respectivamente. Todos aumentaron sus exportaciones con respecto a 1998 excepto el primero, que obtuvo una variación 0.

Los productos más significativos de exportación en 1999 han sido los vinos – principalmente vinos de calidad-, mandarinas –básicamente clementinas-, aceite de oliva, naranjas, tomates, carne de porcino, pimientos y fresas, que en conjunto suman casi el 40% del total de las exportaciones agrarias alimentarias, con un volumen de negocio, en miles de millones de pesetas, de 219,9, 136,7, 110,2, 104,3, 102,2, 72,3, 64,1 y 56,9 respectivamente.

Al igual que ocurría con los capítulos, todos ellos, a excepción del vino, aceite de oliva, pimientos y fresa, aumentaron sus exportaciones con respecto a 1998.

2. Subsector Agrario No Alimentario

Aunque su representación respecto al sector agrario es insignificante –el 5,3% del total de las exportaciones agrarias- cabe destacar la actividad de los capítulos “plantas vivas y productos de la floricultura”, “madera y carbón vegetal” y “gomas, resinas y demás jugos y extractos vegetales”, con un volumen de 31,1, 30,0 y 16,6 mil millones de pesetas.

Los dos primeros experimentan una variación positiva de sus exportaciones en relación a 1998 del 3% y 16%, mientras el último pierde el 6%. Con respecto al año anterior, el aumento más notable se produce en “las demás fibras textiles vegetales”, con un 743%.

3. Sector Pesquero

El capítulo “pescados y crustáceos, moluscos y otros invertebrados acuáticos” realizó en 1999 unas exportaciones de 206 mil millones de pesetas, lo que supone un 17% más que en 1998.

b) Identificación de los mayores importadores por capítulos y productos.

1. Subsector Agrario Alimentario

Las importaciones agrario-alimentarias supusieron en 1999 el 87,1% del total de las importaciones agrarias. Los capítulos más importadores fueron “bebidas, líquidos alcohólicos y vinagre”, “semillas y productos oleaginosos, semillas y frutos diversos, plantas industriales o medicinales, paja y forraje”, “cereales”, leche y productos lácteos, huevos de ave, miel natural, otros” y “residuos y desperdicios de las industrias alimentarias, alimentos preparados para animales”. Las importaciones, en miles de millones de pesetas y para cada uno de ellos, fueron de 174,9, 172,4, 163,3, 148,0 y 134,9. “Bebidas” y “residuos” aumentaron las importaciones con respecto a 1998 el 7%, mientras “leche” lo hizo el 6%. “Semillas” y “cereales” perdieron el 12% y 2% respectivamente.

Los productos más importados, con su volumen en miles de millones de pesetas, fueron haba de soja (90), camarones, langostinos y quisquillas (77,8), cigarros y cigarrillos (77,0), Whisky (72,3), trigo blando (70,0), café y sucedáneos (68), queso (65,5), maíz (65,2) y tortas de soja (63,6). Estos representaron el 38% de total de las importaciones y aumentaron con respecto al año anterior cigarros y cigarrillos, quesos, maíz y tortas de soja, disminuyendo el resto.

2. Subsector Agrario No Alimentario

Por capítulos “madera y carbón vegetal”, “plantas vivas y productos de la floricultura”, “pieles (excepto la peletería) y cueros” y “gomas, resinas y demás jugos y extractos vegetales” son los más importados, con una facturación –miles de millones de pesetas– de 181,3, 21,4, 18,4 y 17,6.

Los dos primeros aumentan un 9% y 15% las importaciones de 1998, mientras “pieles” y “gomas” experimentan un retroceso importante, con un descenso del 35% y 26%. “Corcho” es el capítulo con un porcentaje mayor de aumento de las importaciones (71%), donde “algodón” se convierte en uno de los capítulos con mayor descenso (30%).

3. Sector Pesquero

Las importaciones en 1999 de “pescados, crustáceos, moluscos y otros invertebrados acuáticos” fueron de 484,5 mil millones de pesetas, siendo las de 1998 de 497,6 mil millones, lo que representa una disminución del 3%.

5.3.2. El intercambio del sector agroalimentario español con la Unión Europea.

a) Exportaciones.

1. Subsector Agrario Alimentario

En 1999 España envió a la Unión Europea el 78,5% de sus exportaciones –1.779,7 mil millones de pesetas-, por lo que los productos más exportados corresponden con los explicitados en el apartado anterior, que hace referencia al total de las exportaciones (“frutos comestibles, cortezas de agrios o de melones”, “legumbres y hortalizas, plantas, raíces y tubérculos alimenticios”, “bebidas, líquidos alcohólicos y vinagre”, “carnes y despojos comestibles” y “preparaciones de legumbres y hortalizas, de frutos o de otras partes de plantas”).

Los capítulos cuyo porcentaje del comercio exterior sobre el total de países es mayor son “animales vivos” (el 96,5% de las exportaciones se realizan a la UE), “legumbres y hortalizas, plantas, raíces y tubérculos alimenticios” (93,2%), “carnes y despojos comestibles” (89,5%), “frutos comestibles, cortezas de agrios o de melones” (88,0%) y “los demás productos de origen animal no expresados ni comprendidos en otras partidas (85,7%).

Las exportaciones en 1998 fueron de 1.747,8 miles de millones de pesetas, lo que supone una variación positiva en 1999 del 2%. Los que obtuvieron un mayor incremento respecto a 1998 fueron “preparaciones de carne (48% de incremento), “preparaciones alimenticias diversas (23%) y animales vivos (21%). Por su parte, los que descendieron en mayor medida sus exportaciones fueron “grasas y aceites animales o vegetales, productos de su desdoblamiento, grasas alimenticias elaboradas, ceras de

origen animal o vegetal” (28% menos que en 1998), “residuos y desperdicios de las industrias alimentarias, alimentos preparados para animales” (13%) y “café, té, yerba mate y especias” (11%).

2. Subsector Agrario No Alimentario

Las exportaciones de este subsector a la UE fueron de 102,7 mil millones de pesetas, lo que representa sobre el total el 81,1%, con una variación casi insignificante, aunque negativa, sobre 1998 (103,1 mil millones, el 78,9% del total).

La mayor facturación se realiza en los mismos capítulos que a nivel general, es decir, en “plantas vivas y productos de floricultura” (28,3 mil millones de pesetas) y “madera, carbón vegetal” (23,4) principalmente. En cuanto al destino de las exportaciones, el 98,4% del “corcho” se exporta a la UE, el 91,0% de “las plantas vivas y productos de floricultura” y el 87,5% de las “materias trenzables y demás productos de origen vegetal, no expresados ni comprendidos en otras partidas”. “Madera, carbón vegetal” aumentó sus exportaciones con respecto a 1998 el 17% (en facturación), siendo el capítulo con mayor incremento, donde “seda” y “algodón” pierde el 42 y el 29% respectivamente de las exportaciones realizadas en 1998.

3. Sector Pesquero

El 65,5% de las exportaciones realizadas en 1999 en “pescados y crustáceos, moluscos y otros invertebrados acuáticos” tuvieron como destino países de la UE, que representa 135,0 mil millones de pesetas. El incremento sobre el año 1998 fue del 9%, año en el que se exportaron productos a la UE por un valor de 123,4 mil millones de pesetas, el 70,0% del total de las exportaciones.

b) Importaciones

1. Subsector Agrario Alimentario

España recibió en 1999 de la Unión Europea el 62,3% de las importaciones de este subsector, con un total de 1.173,2 mil millones de pesetas. En 1998 las importaciones

fueron de 1.090,0 mil millones, lo que supone un incremento del 8%. Estos datos arrojan una balanza positiva para España en 1999 de 606.600 millones de pesetas.

El 98,5% de las importaciones (en facturación) de las “preparaciones a base de cereales, harina almidón fécula o leche, productos de pastelería” proceden de la UE, el 97,6% de las “preparaciones de carne” y el 97,1% de los “animales vivos”. Estos son los capítulos cuyo peso de la UE sobre el total de las importaciones es mayor.

El mayor incremento respecto a los datos de 1998 se produce en “tabaco y sucedáneos del tabaco” (54%), “grasas y aceites animales o vegetales, productos de su desdoblamiento, grasas alimenticias elaboradas, ceras de origen animal o vegetal” (34%) y “café, té, yerba mate y especias” (33%). Los cereales son importados en 1999, en volumen de negocio, un 13% menos, que junto con “azúcares y artículos de confitería” (descenso del 7%), son los dos capítulos que experimentan un retroceso más acusado.

2. Subsector Agrario No Alimentario

Este subsector importó productos en 1999 por valor de 124,9 mil millones de pesetas, el 44,6% de las importaciones mundiales en el mismo. En 1998 fueron 126,8 mil millones los facturados (el 44,9% del total), lo que supone un descenso en el último año del 2%.

“Madera, carbón vegetal”, “plantas vivas y productos de floricultura” y “gomas, resinas y demás jugos y extractos vegetales” son los más importados (67,7, 16,6 y 14,0 mil millones de pesetas respectivamente).

El mayor aumento, respecto a 1998, lo experimenta “materias trenzables y demás productos de origen vegetal, no expresados ni comprendidos en otras partidas”, con un incremento del 103%, mientras es “gomas, resinas y demás jugos y extractos vegetales” el que sufre en mayor medida el descenso de las importaciones, con un 32%.

3. Sector Pesquero

El 36,1% del comercio exterior de las importaciones de “pescados y crustáceos, moluscos y otros invertebrados acuáticos” se generó en 1999 con la UE, lo que representó 174,8 mil millones de pesetas, un 7% más que en 1998. En ese año fue el 33% el porcentaje de la UE.

c) Intercambio de productos de la industria alimentaria.

Los productos transformados por la industria alimentaria comprenden los productos transformados del subsector agrario alimentario y del sector pesquero.

El comercio de las exportaciones facturó 1.267,4 mil millones de pesetas en 1999, y el de las importaciones 1.304,7 mil millones, con un saldo negativo de 37.300 millones de pesetas. La variación sobre 1998 de ambos fue del 1,2 y 8,1% respectivamente, año en el que se obtuvo un saldo positivo de 45.200 millones.

Las exportaciones de estos productos representaron en 1999 el 50,1% del total de nuestras exportaciones alimentarias, y las importaciones de los mismos el 54% del total de las importaciones alimentarias.

Para este conjunto de productos es la UE nuestro principal cliente, recibiendo el 69,5% de las exportaciones, y es también nuestro proveedor más importante, de la que proceden el 68,9% de las importaciones. El balance con la UE presentó un déficit de 17.800 millones de pesetas, siendo también desfavorable en 19.500 millones para el total de países.

5.3.3. Financiación de los sectores agrario y pesquero.

Los recursos financieros externos a las empresas involucradas en estos subsectores vienen de diferentes fuentes, siendo la principal del sector agrario los préstamos que las entidades financieras privadas y oficiales les conceden. Otras fuentes son las transferencias que el Estado realiza para fomentar determinadas inversiones y las que concede la Comisión Europea en aplicación de la PAC (Política Agraria Común). En el sector pesquero las ayudas provienen del propio Estado, de forma indirecta a través de

crédito, subvenciones e inversiones públicas, y directa mediante créditos del sistema bancario y del FROM.

Las inversiones reales del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en los sectores agrario y alimentario en 1999 fue de 17.349 millones de pesetas. Los conceptos a los que se adjudicaron más fondos fueron “infraestructuras de regadío”, “reparación de daños catastróficos”, “investigación agraria y alimentaria”, “infraestructuras agrarias y equipamiento rural” y “administración y apoyo técnico”, a los que se destinaron 4.806,8, 2.708,9, 2.270,6, 1.527,9 y 1.518,4 millones de pesetas respectivamente. Las subvenciones del MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación) en dichos sectores en 1999 aparecen en la tabla 5.4.

Tabla 5.4.- Subvenciones del MAPA en los sectores agrario y alimentario (1999)	
Concepto	Millones de pesetas
Mejora de las estructuras agrarias	18.532,2
Investigación y experimentación agraria y alimentaria	774,5
Formación para el desarrollo rural	1.712,7
Ordenación y mejora de la producción agraria	1.950,4
Reproducción y selección animal	1.464,5
Reestructuración de sectores productivos	10.008,0
Sanidad vegetal y animal	6.300,8
Ayudas a la producción y a los mercados agrarios	869.481,3
Medidas de acompañamiento de la PAC	50.492,8
Ordenación de la oferta agraria	9.571,6
Fomento de la industrialización agraria	9.935,1
Fomento del régimen contractual en Agricultura	10.753,9
Compensación de rentas agrarias	3.800,5
Diversificación de la economía rural	25.272,4
Seguros agrarios	3.243,7
Apoyo financiero por daños de sequía	520,3
Información estadística y Red Contable	233,3
Cuotas a Organismos Internacionales	632,4
Fomento del Cooperativismo y Asociacionismo	92,7
Ayudas a las Organizaciones Profesionales Agrarias	266,1
Prestaciones Sociales	648,4
Total	1.025.687,6
Fuente: Elaboración propia sobre datos MAPA, 1999	

Las subvenciones del MAPA en el sector pesquero en 1999 fue de 9.102,6 millones de pesetas, entre las que destacan las ayudas a “renovación y reestructuración de la flota pesquera” (3.897,6 millones de pesetas), “reorientación de la flota pesquera” (1.926,2), “paralización temporal de la flota” (1.394,1), “comercialización y transformación de productos pesqueros” (567,0) y “acuicultura y cultivos marinos” (445,3).

Las inversiones reales fueron de 7.174,8 millones de pesetas, destinados a “investigación pesquera (2.321,8 millones de pesetas), “adquisición y asistencia de medios de investigación y vigilancia” (2.092,6), “orientación del consumo de los productos de pesca” (1.322,5), “sistemas de gestión, estudios y asistencia técnica” (746,4), “acondicionamiento y conservación de zonas marinas” (676,4) y “otras inversiones” (15,1).

5.3.4. Programa Sectorial de I+D Agrario y Alimentario

Este Programa del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación es financiado con fondos de este Departamento recogidos en los presupuestos del Instituto Nacional de Investigación Agraria y Alimentaria (INIA), organismo público de investigación adscrito al MAPA, que realiza estas tareas en colaboración directa con los Programas Nacionales relacionados con este sector (I+D Agrario, Tecnología de la Alimentación, Biotecnología e I+D en Medio Ambiente). La ejecución del programa de I+D sectorial en agricultura y agroalimentación está muy descentralizado entre el INIA (Instituto Nacional de Investigación Agrícola y Agroalimentación), el organismo de investigación público central, y las Unidades de Investigación pertenecientes a los Gobiernos Regionales.

No obstante, el INIA asume gran responsabilidad en la coordinación de las actividades de Investigación y Desarrollo que se realizan en el sector agrario, ya que se erige en gestor del programa sectorial, participa activamente en los programas nacionales que afectan al sector agroalimentario y tiene competencias como representante de la investigación agroalimentaria española en los organismos internacionales.

Los objetivos básicos del Programa para el período 1996-1999 según Orden de 29 de junio de 1995 (BOE de 7 de julio) fueron:

- a) Mejorar la competitividad y la rentabilidad de la agricultura y la agroindustria mediante la innovación tecnológica, la reducción de costes de producción y la diversificación de producciones en el marco de una agricultura sustentable.

- b) Desarrollar tecnologías para la mejora de la calidad y seguridad de los productos alimentarios y para la elaboración de nuevos productos.
- c) Desarrollar procedimientos de análisis y de gestión aplicados al medio rural, teniendo en cuenta el impacto sobre los ecosistemas e incluyendo la conservación, restauración y uso compatible de la naturaleza y el paisaje.
- d) Realizar análisis y prospectiva de mercados y canales comerciales como base para orientar la producción.
- e) Analizar la economía de la investigación y del cambio tecnológico. Transferencia de tecnología y adopción de innovaciones técnicas.

Los recursos asignados al programa sectorial sumaron en 1999 1.534,8 millones de pesetas con la siguiente distribución: 63,1% (967,7 millones de pesetas) para proyectos de investigación y desarrollo tecnológico; 2,7% (40,8 millones) para proyectos de demostración; 2,6% (40,0 millones) para actividades relacionadas con la documentación científica; 27,3% (418,8 millones) para formación de personal investigador; 2,4% (37,5 millones) asignados al Proyecto Estratégico Movilizador de I+D en apoyo de la Forestación y 2,0% (30,0 millones) a Actividades de Interés Científico-Técnico.

De los 967,7 millones de pesetas dedicados a la financiación de proyectos de investigación, 774,1 (80%) corresponden a proyectos en marcha iniciados en convocatorias anteriores y 193,6 (20%) a la primera anualidad de proyectos aprobados en la convocatoria de ese año. Los proyectos aprobados en 1999 suponen unos gastos comprometidos de 204 millones de pesetas en 2000, 158,8 en 2001 y 117,1 en 2002.

La distribución de los 285 proyectos de investigación financiados por regiones sitúa a Cataluña, con 35 proyectos, y a Andalucía y Valencia, con 25 proyectos cada una de ellas, en los primeros lugares, sin contabilizar los proyectos adjudicados a la Subdirección General de Investigación y Tecnología (SGIT) del INIA, que obtuvo 45 proyectos. Estas cifras están en sintonía con la distribución de investigadores por centros y regiones.

El coste medio por proyecto en 1999 fue de 3,4 millones de pesetas, con un coste por encima de la media de los proyectos de Asturias y Galicia, comunidades con porcentajes elevados de proyectos de producción animal que conllevan mayores costes.

En la distribución por programas, se han adjudicado más recursos y proyectos a horticultura, fruticultura, producción porcina y producción forestal (las necesidades de mano de obra suponen una gran parte del coste del proyecto). Producción bovina, con una situación intermedia en el número de proyectos, ostenta un lugar privilegiado en la asignación de recursos debido a un mayor coste por proyecto de los de producción animal.

5.4. Cultivos Transgénicos

Las cosechas genéticamente modificadas (GM) han aumentado de forma progresiva a lo largo de la última década. En 1992 un solo país comenzó a cultivar soja genéticamente modificada, pasando en 1999 a 12 países con la siguiente proporción de cosechas: soja (54%), maíz (28%), algodón y semilla de aceite (9% cada uno). Estados Unidos mantiene la mayor parte de los cultivos (72%, que representa 28,7 millones de hectáreas) seguido de Argentina (17%, 6,7 millones de hectáreas), Canadá (10%, 4 millones de hectáreas) y China (1%, 300.000 hectáreas, algodón principalmente). Ocho países, además, realizan de forma permanente cultivos genéticamente modificados, esencialmente maíz, a escala reducida. Uno de ellos es España (20.000 hectáreas de maíz), extensión similar a la de México, mientras Australia y Sur Africa cultivan 10.000 hectáreas, Francia y Portugal 1.000 hectáreas -aunque el Gobierno portugués ha prohibido el cultivo de cosechas modificadas genéticamente a principios de 2000-, con una contribución muy pequeña y reciente de Rumania y Ucrania.

Los principales rasgos involucrados en la modificación genética son la tolerancia a herbicidas (71% de las cosechas GM) y la resistencia a insectos (22%). Estos rasgos son de valor comercial para las empresas agroindustriales y para los agricultores, aunque no tienen un claro interés para el resto de los actores implicados en la cadena alimenticia - minoristas, consumidores, etc-.

El aumento de las cosechas GM ha sido espectacular en 1999: incremento del 60% en Argentina, 40% en Canadá, y 40% en Estados Unidos (incorporándose 8,2 millones de hectáreas en el último año).

Los datos indican que el 50% de la soja y el 33% del maíz cultivados en los Estados Unidos son genéticamente modificados, con una exportación del 50% de la producción de soja y del 20% de maíz. En Argentina, el 90% de la superficie dedicada al cultivo de soja es GM.

El comercio internacional de los cultivos GM empezó en 1995 y el mercado internacional ha experimentado un aumento del 30% desde entonces. Las ventas en 1999 se han elevado a 2,3 mil millones de dólares americanos con un aumento del 30% con respecto a 1998. El mercado parece, a todas luces, imparable.

5.4.1. La situación en la Unión Europea

El estado regulador para la aprobación comercial de cosechas genéticamente modificadas de la Unión Europea muestra, en 1999, la siguiente lista de cosechas, cada una en una situación diferente que va desde la aprobación total a las diferentes fases:

- 5 cultivos de maíz con *B. thuringiensis* -resistencia a insectos- de Novartis (2), Mycogen, Pioneer y Monsanto.
- 4 cultivos de maíz con tolerancia a herbicidas: dos al glufosinato (AgrEvo, RGT), uno al glyphosato (Monsanto) y uno con resistencia combinada a herbicidas e insectos (glufosinato y toxina de Bt) de Pioneer.
- 2 cultivos de tomates con maduración retardada (Calgene y Zeneca).
- 1 cosecha de patata con modificación en la composición de almidón (Amylogene).
- 1 de achicoria roja (esterilidad masculina) de Bejo (NL).
- 1 de soja con la tolerancia al glifosato (Monsanto).
- 6 cosechas de semilla de aceite, 5 de ellas, todos de AgrEvo, incluyendo la tolerancia al glufosinato, del cuál uno corresponde a las plantas salvajes (canela) y los otros cuatro al sistema híbrido I, II y III, y OSR invernal, respectivamente. Las últimas cosechas de Monsanto son a la tolerancia del glifosato.
- 1 cosecha de melón (resistencia a virus, Limagrain).
- 1 de tabaco (tolerancia al bromoxynil, Seita).
- 1 de remolacha de forraje (tolerancia al glifosato, DLFTrifolium, Monsanto, Danisco).

- 2 cosechas de algodón: uno con Bt y otro con tolerancia al glifosato, ambos de Monsanto.
- 3 de clavel, todos ellos de Florigene (dos incorporando un rasgo de cambio de color y el tercero para aumentar el tiempo de almacenamiento).

Los organismos modificados genéticamente autorizados para su comercialización en la Unión Europea aparecen perfectamente recogidos en “La agricultura española ante los retos de la biotecnología”, de Francisco García Olmedo, Gonzalo Sanz-Magallón y Enrique Marín Palma, trabajo extraordinario que recoge con todo detalle las variedades comercializadas, las decisiones de la Comisión Europea, las condiciones de autorización, requisitos de etiquetado, etc, y de donde se extrae la tabla resumen 5.5.

Tabla 5.5.- OMG autorizados para su comercialización en la U.E.				
OMG	Finalidad	Uso	Empresa	Decisión
Nobi-Porvac Aujeszky live	Vacuna	Animales	Vemie Veterinaer Chemie GmbH	18-12-1992
Raboral V-RG	Vacuna	Animales	Rhône Mérieux	93/572/CE
Tabaco ITB 1000 OX	Resistencia herbicidas	Cultivo	Seita	94/385/CE
Colza (MS1Bn x RF1Bn)	Resistencia herbicidas	Cultivo	Plant Genetic Systems	96/158/CE
Soja (A 5403)	Resistencia herbicidas	Importación y procesado	Monsanto Europe	96/281/CE
Achicoria	Resistencia herbicidas	Cultivo	Bejo Zaden BV	96/424/CE
Maíz (CG 00256-176)	Resistencia al taladro	Todos	Ciba-Geigy Limited	97/98/CE
Colza (MS1, RF1)	Resistencia herbicidas	Cultivo	Plan Genetic Systems	97/392/CE
Colza (MS1, RF2)	Resistencia herbicidas	Cultivo	Plan Genetic Systems	97/393/CE
Streptococcus thermophilus T102	Test	Investigación	Valio Oy	97/549/CE
Colza de primavera	Resistencia herbicidas	Importación y procesado	AgrEvo	98/291/CE
Maíz (Bt-11)	Resistencia al taladro y a herbicidas	Importación y procesado	Novartis Seeds Inc.	98/292/CE
Maíz (T25)	Resistencia herbicidas	Todos	AgrEvo France	98/293/CE
Maíz (MON 810)	Resistencia al taladro	Todos	Monsanto Europe	98/294/CE

5.4.2. Situación en España. Las pruebas de campo con las cosechas genéticamente modificadas.

La tradición agrícola, la relevancia de este sector para algunas de las Comunidades Autónomas españolas, junto con la limitada reacción social contra la biotecnología en plantas en España, ha llevado a las empresas agroindustriales y centros públicos de investigación a realizar ensayos de campo con plantas transgénicas con liberación voluntaria al medio ambiente.

Las pruebas y la información pública sobre los ensayos comenzó en 1993, cuando se inició el proceso de transposición de las Directivas Europeas 219/90 y 220/90. El número de experimentos notificados a la Autoridad Competente (Administración de Medio Ambiente) de 1992 a marzo de 1999 fueron 157. Otras 19 empresas y centros de investigación han estado envueltos en experimentos con organismos genéticamente modificados llevados a cabo en condiciones confinadas.

La distribución geográfica incluye a la gran mayoría de las regiones. En total y hasta el año 2000 se han completado 128 ensayos en todas las regiones de España, a excepción de Baleares y Cantabria, siendo Andalucía, con 67 ensayos, la comunidad que más ha experimentado con plantas transgénicas. Las especies en las que se han realizado ensayos, ordenadas según el número de los mismos, han sido: maíz (27), tomate (14), remolacha (11), algodón (7), melón (6), tabaco (5), tabaco (3), rhizobium –bacteria simbiótica- (3), soja, colza, trigo, fresa y calabacín (2), y girasol, ciruelo, eucaliptus, alfalfa y naranjo (1). La clasificación por tipo de modificación genética ensayada en las plantas es: tolerancia a herbicida (32), resistencia a insectos (26), modificación de sus características biológicas (22), resistencia a virus (13), expresión génica (10), resistencia a insectos y tolerancia a herbicidas (6), androesterilidad y tolerancia a herbicidas (3), androesterilidad (3), tolerancia a sequía (1) y terapia génica (1).

Las cosechas se valoran en términos económicos, que implican producción y comercio exterior. Es interesante el cultivo de cosechas que presentan balanzas negativas entre las importaciones y las exportaciones, como el maíz, la soja y el algodón.

La magnitud de los experimentos está aumentando de forma progresiva, como prueba los ensayos de campo con el melón, que se han realizado durante tres veranos consecutivos, los ensayos de patata durante cinco años (1996-2000), los ensayos de terapia génica con adenovirus como vector, que van a realizarse en paralelo con las pruebas clínicas, ejemplos todos ellos de la orientación a medio y largo plazo de los experimentos. La gran mayoría de los ensayos de campo con liberaciones voluntarias autorizados por el Comité Nacional en Bioseguridad tienen una duración mínima de dos años. Esto subraya la importancia en la inversión y control de este tipo de experimentos.

La tabla 5.6 recoge las pruebas de campo (número) y su distribución por empresas y centros de investigación junto con las cosechas probadas, identificándolas con las letras E o I para indicar si están presentando balanzas positivas (Exportaciones) o negativas (Importaciones).

Tabla 5.6.- Ensayos de campo de cultivos modificados genéticamente en España.		
Empresas	Número de ensayos	Cultivos (Exportación o Importación))
Monsanto	26	Remolacha (I), Maíz ((I), Algodón (I)
AgrEvo	10	Maíz (I), Remolacha (I), Soja (I), Patata (=)
Asgrow	8	Melón (E), Patata (=), Soja (I), Maíz (I), Algodón (I)
Estación Experimental El Zaidin (CSIC)	8	<i>Rhizobium, Pseudomonass, Senorhizobium (microorganismos)</i>
Pioneer	7	Maíz(I), Alfalfa (I), Algodón (I)
Senasa	7	Trigo (=), Maíz (I)
Mahissa S.A	7	Maíz (I)
SES Ibérica	6	Tomate (E), Remolacha (I)
Novartis	5	Remolacha (I), Maíz (I)
S&G	5	Tomate (E), Maíz (I), Algodón (I), Melón (I)
Petoseed Ibérica	4	Tomate (E)
Seminis	4	Tomate (E), Marrow (E)
Fedenca	3	Virus mixomatosis, vacuna
Nestlé R&D	3	Tomate (E)
Tezier Ibérica	3	Tabaco (I), Melón (E)
Fuentes: Ministerio Medio Ambiente, 1999, y "Estudio y Análisis Prospectivo de la Biotecnología y su Aplicación en la Industria Española", Fundación CEFI, 1999. Elaboración propia		

Con respecto a las aplicaciones bajo condiciones confinadas, los usuarios principales fueron dos empresas multinacionales del sector biofarmacéutico como Smith Kline Beecham, con 8 permisos de 1992 a 1998, y Antibióticos (Montedison) con ensayos entre 1996 y 1997, junto con algún centro de investigación público o semiprivado como

el Centro de Biología Molecular (CSIC, Universidad Autónoma de Madrid) y el CIFA de la Universidad de Navarra.

Acerca de las infraestructuras, 9 de las 19 pertenecieron a las empresas privadas: Smith Kline Beecham, Infidesa, Serono, Hyra, Nestlé R&D, Harlan, Interfauna, Pioneer, SSR/SSK y Biokit.

Todos estos datos recogen la emergencia de la implicación del sector privado en las actividades relacionadas con los ensayos de campo en España, sobre los que existen, de forma manifiesta, poca información en relación a la situación y especies involucradas en dichos experimentos, falta de información que se hace extensiva en cuanto a la cantidad de recursos, económicos y humanos, dedicados a ellos.

España, de esta forma, se está convirtiendo en un lugar alternativo para la experimentación con organismos genéticamente modificados, en particular del sector de la agroalimentación, con un fuerte compromiso de las grandes empresas del sector agroindustrial - la situación está menos clara para las empresas multinacionales que operan en el sector biofarmacéutico.

5.5. Los Organismos Modificados Genéticamente en la Agricultura y la Alimentación: presentación de una controversia.

Como ha ocurrido con muchos aspectos relacionados con la ciencia, la tecnología y la innovación, el debate sobre el uso de las nuevas técnicas de la biotecnología en el sector agroalimentario se ha producido más tarde en España que en otros países miembros del norte y centro europeos. Esto se ha producido a pesar de que el sector de la agroalimentación todavía es relevante en la economía española, en su balanza comercial. La biotecnología de plantas, con la aplicación de técnicas de la ingeniería genética, comenzó a principio de los 80 con el desarrollo de la bacteria de la bilis corona Ti plásmico, la Agrobacteria tumefaciens, como un vector para transferir genes en el tabaco. La extensión de esta técnica ha significado que la introducción de estructuras genéticas simples en las variedades de cultivos de interés económico sea, en la actualidad, una rutina.

Al comienzo de estas aplicaciones, España perseguía un cambio en su política de ciencia y tecnología, en un esfuerzo por modernizar las estructuras e instrumentos del sistema de ciencia y tecnología (Sanz Menendez, 1997, Muñoz et al., 1999, Muñoz, 1999, 2000). En este proceso, la biotecnología fue considerada como una prioridad científica y tecnológica, lo que implicó el establecimiento de un Programa Nacional de I+D que, basada en la tradición biológica de la cultura de investigación española, desarrollara y atrajera los intereses por la aplicación del conocimiento biológico en los sectores económicos. La escasa tradición durante la década de los noventa en la explotación industrial de la moderna biotecnología en España ha encontrado en el sector farmacéutico y en el agroalimentario sus campos de acción. Las técnicas tradicionales de reproducción han sido aplicadas al campo por los agricultores nacionales gracias al apoyo de determinados grupos de investigación de las universidades y del CSIC.

Como consecuencia de la introducción de la biotecnología como una prioridad en el marco nacional de I+D, se han producido varios resultados. Entre ellos, debe citarse el creciente desarrollo de la biotecnología de plantas en los centros públicos de investigación, para convertirse en una de las áreas más productivas de la investigación biotecnológica en España. Su desarrollo en la producción de conocimiento científico ha acompañado el incremento de la contribución española a la producción científica mundial, que ha crecido del 0,9% en 1984 a alrededor del 2% a mitad de los noventa, manteniendo este nivel actualmente.

La importante y pionera actividad del grupo liderado por el Profesor Francisco García Olmedo, que trabajó en la Universidad Politécnica de Madrid, permitió que se sustituyeran las rudimentarias transformaciones de plantas por la ingeniería genética de la Universidad de Ghant, meses antes de que fuera solicitada la primera patente de esta técnica.

A partir de 1983 algunos grupos españoles comenzaron a utilizar esta tecnología para la investigación básica, reduciendo, de esta forma, el retraso tecnológico de España, y contribuyendo al fomento de la biotecnología de plantas en nuestro país.

Otro resultado importante de la incorporación de la biotecnología como una prioridad de I+D fue la intervención progresiva de los representantes españoles en los foros

internacionales (Comunidad Europea, OCDE). Esto condujo a la toma de conciencia en la necesidad de establecer unos instrumentos reguladores. Un Comité Nacional de Bioseguridad provisional se estableció como resultado del documento de la OCDE sobre Consideraciones de Bioseguridad sobre el ADN recombinante (1986). Este Comité ha estado operando hasta la transposición de las Directivas Europeas 90/219 y 90/220, encargado de ponerlas en marcha.

5.5.1. La transposición de las Directivas 90/219 y 90/220 y el marco normativo.

Las Directivas 90/219 y 90/220 son las dos regulaciones básicas de la UE sobre biotecnología, que hacen referencia al uso de organismos modificados genéticamente en medio cerrado o en su liberación al medio ambiente. Ambas han sido objeto de diversas revisiones derivadas de los continuos debates producidos en el ámbito político y social. A nivel nacional, la adaptación de las dos Directivas al marco regulatorio español se realizó mediante la Ley 15/1994 y el Real Decreto 951/1997.

Un análisis del proceso de incorporación de estas dos Directivas en la legislación española se llevó a cabo en el marco de un proyecto europeo liderado por Les Levidow y fue sujeto de un artículo especial publicado en *Science and Public Policy* (vol. 23, número 3, 1996).

Una vez más, la posición especial de España con respecto a los países del norte y centro de Europa se ha acentuado (Luján et al., 1996). El proceso, lento, de España queda reflejado en el largo período antes de la promulgación de la Ley (cuatro años), y en la ausencia de debate social. Como fue declarado en la Política Científica y Pública “la ley española de 1994 sobre OMG apenas hace más que transponer el contenido de las Directivas de la CE 90/219 y 90/220 sobre biotecnología. Su promulgación contuvo complejas negociaciones sobre cómo compartir la responsabilidad, a nivel Ministerial y regional, más que sobre cómo definir los aspectos de bioseguridad, que apenas entró en debate sobre los aspectos medioambientales en España. Los administradores gubernamentales fueron influenciados principalmente por un grupo pequeño de científicos españoles familiarizados con las discusiones internacionales de bioseguridad”.

La aplicación formal de la Ley de 1994 dependía del establecimiento de una Comisión Nacional de Bioseguridad, que tardó en formalizarse otros tres años (Real Decreto 951/1997 que aprueba las leyes para desarrollar la Ley 15/1994). Entretanto, una Comisión provisional ha actuado de forma eficaz como Autoridad Competente y asesora; ha evaluado las propuestas de liberaciones de OMG en España, intentando evitar el disentimiento. Numerosas liberaciones, como pudo apreciarse con anterioridad, han sido realizadas en España, aunque la nueva agricultura biotecnológica sigue sin percibirse como una importante contribución económica, y la percepción del riesgo no genera ni supone un nuevo problema.

El marco normativo nacional en lo que se refiere a la agricultura se compone, además, de las siguientes regulaciones: Real Decreto 2163/1994, de 4 de noviembre por el que se implanta el sistema armonizado comunitario de autorización para comercializar y utilizar productos fitosanitarios; Artículos 332 a 337 del Código Penal. Ley Orgánica 10/1995, de 23 de noviembre; Orden de 23 de marzo de 1998 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, sobre requisitos para la comercialización de semillas modificadas genéticamente; Ley 3/2000, de 7 de enero, de régimen jurídico de protección de las obtenciones vegetales.

En cuanto a la alimentación, está compuesto por: Reglamento sobre Nuevos Alimentos y Nuevos Ingredientes Alimentarios 258/97/EC de 27 de enero; Reglamento 1139/98 del Consejo, de 26 de mayo de 1998, relativo a la indicación obligatoria en el etiquetado de determinados productos alimenticios fabricados a partir de organismos modificados genéticamente; Reglamento 49/2000 de la Comisión, de 10 de enero de 2000, por el que modifica el Reglamento anterior; Reglamento 50/2000 de la Comisión, de 10 de enero de 2000, relativo al etiquetado de los productos alimenticios e ingredientes alimentarios que contienen aditivos y aromas modificados genéticamente o producidos a partir de organismos modificados genéticamente (todos ellos son Reglamentos de la CE que por su condición son de obligado cumplimiento en todos los estados miembros de la Unión Europea, y por ello entran en el marco regulatorio nacional)Rela Decreto 1945/1983, de 22 de junio, por el que se regulan las infracciones y sanciones en materia de defensa del consumidor y de la producción agroalimentaria; Real Decreto 1712/1991, de 29 de noviembre, sobre Registro General Sanitario de Alimentos; Real Decreto 50/1993, de 15 de enero, por el que se regula el control oficial de los productos alimenticios;

Artículo 363 del Código Penal. Ley Orgánica 10/1995, de 23 de noviembre. Además, comunidades autónomas como Cataluña, Galicia, la Comunidad Valenciana y Castilla y León han desarrollado leyes, decretos u órdenes con el fin de establecer mecanismos de control alimentario y de registro, acreditación e inscripción de laboratorios, industrias y alimentos. Toda esta información está recogida en el Informe Asebio 2000, documento de gran utilidad en los procesos de comunicación y difusión sobre el estado de la biotecnología en España.

5.5.2. Evolución de la situación en el debate social.

a) Situación hasta 1995.

El escaso debate social en España sobre la aplicación de la moderna biotecnología al sector agrícola hasta mediados de los años noventa estuvo influido por los siguientes factores:

- Los principales cultivos transgénicos en España (en esos momentos) no representan resultados importantes respecto al ingreso agrario. Por consiguiente, los agricultores no estaban preocupados sobre la importancia y consecuencia de este tipo de agricultura.
- Las cosechas transgénicas importaron productos cuyos clientes eran las industrias en toda su amplitud. La industria agroalimentaria en España responde a dos tipos bien claros y definidos: uno, compuesto por grandes empresas multinacionales cuyas estrategias están dirigidas al mercado global; otro, formado por un elevado número de pequeñas empresas cuya estrategia de supervivencia también está influenciada por los flujos internacionales de los proveedores.
- La escasa tradición del movimiento del consumidor en España, que desde sus comienzos después de la transición democrática a finales de los setenta no supone un activo movilizador.

- La escasa actividad de las Organizaciones No Gubernamentales respecto a los problemas medioambientales, con la excepción de la oposición al uso de energía nuclear o los movimientos para proteger las especies en peligro de extinción.
- La sociedad española no mostró una conciencia clara sobre los riesgos medioambientales, con una representación social y política muy pobre del movimiento verde. La percepción del riesgo no existe todavía.
- Falta de percepción de la conexión existente entre los cultivos transgénicos (en general ampliamente aceptados en las encuestas) y su repercusión en la alimentación, en la llamada popularmente “dieta mediterránea”.

b) Situación después de 1995.

La situación en este último período ha evolucionado muy rápidamente hacia una implicación mayor de la sociedad española en el debate social sobre las plantas transgénicas y la alimentación.

Esta evolución ha estado influida por una serie de circunstancias:

- El incremento en el número de ensayos de campo con cultivos transgénicos. En mayo de 1999 España había experimentado un incremento del 11% en las notificaciones según el protocolo de la Directiva 90/220 de un total de 1.438. Es más, una gran variedad de cultivos se han ensayado con el maíz y el tomate (las dos especies con mayor número de ensayos), además de las pruebas realizadas sobre la remolacha, melón, algodón, soja, tabaco, aceite, patata, girasol, trigo, fresa, naranjo, ciruelo y la bacteria simbiótica *Rhizobium*.
- Los agricultores se han dado cuenta de la importancia que los cultivos transgénicos pueden tener en los sectores de la agricultura y la agroalimentación. Por consiguiente, las organizaciones agrarias han empezado a participar en el debate, aunque con una diversidad de posiciones. La Confederación de Agricultores y Ganaderos (COAG) ha adoptado una posición de rechazo a la nueva biotecnología

agrícola, mientras La Unión de Pequeños Agricultores permanece a la espera de futuros eventos. La Asociación de Jóvenes Agricultores (ASAJA), por su parte, ha adoptado una posición activa de apoyo a la información sobre las nuevas tecnologías y sus consecuencias (a través de seminarios y grupos de trabajo), para tomar decisiones basadas en la racionalidad.

- La intervención progresiva de Greenpeace en la escena socio-política española para aplicar su discurso internacional contra los alimentos modificados genéticamente, argumentando de forma no contrastada su riesgo para la salud y el medioambiente con resultados, datos o comentarios que pueden ser considerados “medio verdaderos”.
- La incorporación del discurso moral acerca de la distribución de recursos y sobre la situación de control y poder. Este discurso profundiza en las preocupaciones públicas sobre los problemas como la globalización y la estratificación del poder, ética, equidad y derechos y elecciones individuales. Este discurso ha sido abanderado en España por el sindicato Comisiones Obreras, apoyado en la alianza con los defensores de la agricultura biológica (orgánica) y con algunos activistas ecológicos (Ecologistas en Acción).
- La integración de los problemas relacionados a la nueva biotecnología de plantas en la agenda política, desarrollándose de esta forma una plataforma para el debate entre el Gobierno y la oposición, aunque la división de opiniones parece ser una constante en el panorama político.

De esta forma se pasó de una situación de amplio respaldo social de las aplicaciones biotecnológicas en la agroalimentación, basado fundamentalmente en la ignorancia sobre los riesgos y beneficios de la tecnología, a una posición de rechazo basada en campañas de comunicación organizadas y orquestadas por determinadas organizaciones ecologistas, como Greenpeace. Esta opinión pública, aún así, sigue estando desinformada del verdadero significado de la biotecnología, por lo que una de las medidas que deben realizar todos los actores implicados es una comunicación objetiva, transparente y veraz de los desarrollos de este nuevo sector. Sólo a través de estos procesos de comunicación se conseguirá implicar a la sociedad en el ejercicio

democrático de la libertad, real, de elección, de pensamiento y de opinión sobre la biotecnología.

5.5.3. Principales organizaciones, estrategias y actores involucrados en el debate español sobre los Organismos Modificados Genéticamente.

Las organizaciones involucradas en el debate sobre la aplicación de los Organismos Modificados Genéticamente (OMG) en la agricultura son similares en condiciones generales con las organizaciones involucradas en el ámbito europeo, aunque con algunas especificidades para el caso de España: el número de organizaciones es más corto -las internacionales parecen seguir una estrategia internacional; las nacionales tienen dificultades para establecer y desarrollar internamente una estrategia de posicionamiento correcta- y existe, normalmente, un interlocutor por cada organización involucrada, quien interviene en los debates.

Las principales organizaciones, estrategias e interlocutores detectadas son las siguientes:

- Greenpeace empezó a participar a mediados de los ochenta, siguiendo la estrategia internacional-europea. Reaccionó con fuerza a las primeras importaciones de soja y de maíz de Estados Unidos. Sus campañas se han dirigido, para alarmar a los consumidores, a enfatizar sobre los problemas de salud que pueden resultar del uso y consumo de los alimentos transgénicos. En los inicios de la campaña en España, Greenpeace parecía estar en alianza con Vida Sana, defensora de un estilo de vida naturalista, vegetariano, apoyando a la agricultura orgánica (biológica). La falta de acierto en la acción de los interlocutores de Vida Sana llevaron al descrédito progresivo de esta organización, que desapareció del debate, separándose de Greenpeace progresivamente, decisión tomada por esta última organización para ganar en credibilidad social.

Greenpeace en España ha atacado duramente a Monsanto y ha sido menos agresiva con otras empresas como Novartis y AgrEvo, aunque Greenpeace centra el debate y hace referencia específica al maíz Bt de Novartis y su efecto de potencial deterioro del medio ambiente. El interlocutor de Greenpeace en España es Ricardo Aguilar, biólogo y Director de la compañía.

- El movimiento ecologista interno ha sido activo y diversificado en la reacción contra la biotecnología. Entre las organizaciones involucradas, las dos que deben citarse son: CODA -Coordinadora de Organizaciones de Defensa Ambiental, cuya interlocutora ha sido Isabel Bermejo y, especialmente, Ecologistas en Acción, que presenta fuerte conexión con los partidos y el movimiento de izquierdas y cuyo interlocutor es Gregorio Alvaro, bioquímico, Profesor Asociado de la Universidad Complutense de Madrid.
- El sindicato Comisiones Obreras, a través de su Sección Federal de Medio Ambiente y gracias al gran impulso personal de Jorge Reichman, coordinador de los problemas biotecnológicos en esta Sección, Profesor Auxiliar de Filosofía Moral en la Universidad de Barcelona y Director del Área de Medio Ambiente de la Fundación 1º de Mayo. Ha sido una persona muy activa que ha introducido la dimensión crítica en el debate social sobre la biotecnología, y más específicamente en sus aplicaciones a la agricultura.
- Izquierda Unida empezó a marcar en el Parlamento español la posición crítica contra los usos de la biotecnología en la agricultura y en el sector de la agroalimentación. Un resumen de su posición es la demanda de prohibición para los cultivos transgénicos y sus ensayos. A esta posición se le ha unido en los últimos tiempos algunos miembros del grupo Socialista (PSOE), en particular de miembros elegidos en aquellas regiones cuya economía está basada en la agricultura (Francisco Amarillo, miembro del Congreso, sirve como ejemplo).
- Los científicos han sido representados en el debate social por la Sociedad Española de Biotecnología (SEBIOT), que bajo la acción principal de su anterior presidente, el Prof. Armando Albert que dejó el cargo en 1999, ha sido muy activa en la promoción del debate social, organizando reuniones de grupo y publicando trípticos y libros. Esta tendencia de publicaciones se ha continuado de forma posterior con el apoyo del actual presidente, Dr. R. Pérez Mellado, y un Comité Editorial. El grupo de científicos involucrados en el Comité Nacional de Bioseguridad ha tomado una posición de liderazgo, aunque modesta, en el debate social; los nombres más

importantes son: Milagros Candela, Fernando González Candelas y Armando Albert.

Otro grupo de científicos que actúa de forma individual, pero muy activa, se ha involucrado en el debate sobre los cultivos y los alimentos transgénicos. Francisco García Olmedo (Profesor en la Facultad de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid), Pere Puigdomenech (Profesor de Investigación, CSIC) Daniel Ramón (Colaborador de Investigación, CSIC) son personajes que están publicando, de forma activa, artículos, dirigiendo seminarios o escribiendo libros, diseminando el conocimiento y traduciéndolo a las dimensiones sociales.

Los científicos sociales, limitados por el tamaño de los grupos pero activos en las iniciativas europeas o internacionales, se han involucrado en las implicaciones sociales y éticas de la biotecnología, aunque no han focalizado en exceso sobre los cultivos transgénicos. Los siguientes nombres han tenido un papel especialmente activo: los filósofos de la tecnología J. Sanmartín (Valencia) y J.L. Luján (U.I. Baleares); los expertos legales y éticos C. Romero Casabona (Deusto), J. Peris (Murcia), M. Lobato (Universidad Autónoma de Madrid) y María Casado (U. de Barcelona); los sociólogos Louis Lemkow (Universidad Autónoma de Barcelona), M.A. Lizón (Universidad Autónoma de Barcelona), Luis Moreno (CSIC, Madrid), J. Félix Tezanos y R.H. Sánchez Morales (Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED). Han realizado estudios de percepción pública o de análisis sobre la repercusión en la sociedad de la genética en salud y los derechos de propiedad intelectual, así como sobre la importancia social de las tecnologías de reproducción asistida. Las pocas actividades y estudios sobre los cultivos transgénicos y su impacto social y económico han sido realizados por el grupo de científicos sociales.

El grupo español liderado por Emilio Muñoz ha intentado servir de nexo entre los problemas planteados y entre los científicos naturales y sociales, grupo que ha estado publicando y disertando sobre la relevancia social de los cultivos transgénicos, analizando los resultados de percepción pública en estos temas en foros nacionales e internacionales. Tres de los científicos mencionados: A. Albert, L. Lemkow y E. Muñoz son los miembros españoles del Grupo de Trabajo en Percepción Pública de la Biotecnología (TGPPB), asociado a la Federación

Europea de Biotecnología y financiado en gran parte por la Comisión Europea. Ellos han realizado una red para recoger los sentimientos y opiniones de la sociedad española sobre el uso de las nuevas biotecnologías en agricultura y agroalimentación.

- Las empresas multinacionales más importantes que operan en España en agroindustria han reconocido la necesidad de participar en el debate social en estas aplicaciones agrícolas de la nueva biotecnología. Según esta orientación, dos de ellas (Monsanto y Novartis) han sido las compañeras más habituales en cualquier debate sobre estos problemas organizados por la administración central o local, o por las universidades, centros de investigación o asociaciones profesionales. El director técnico de Monsanto, Dr. Jaime Costa, y el responsable de I+D en Novartis, D. Esteban Alcalde, y en menor medida el Dr. Miguel Roca (AgrEVO), son los portavoces más frecuentes en todos estos debates.

Hasta muy recientemente no había una asociación activa de las industrias biotecnológicas en España. Esta se formalizó en 1999 bajo el nombre de ASEBIO (Asociación Española de Bioempresas), que contó con el apoyo de EUROPABIO. Esta asociación debe aportar una visión global del escenario de la biotecnología en España, implicándose en el debate social sobre los usos de la biotecnología y su repercusión en el desarrollo económico nacional. Los informes anuales, cuya primera publicación aparece en el año 2000, pretenden la consecución de este objetivo.

- El Ministerio de Medio Ambiente, creado en 1996 bajo el gobierno del Partido Popular, tiene la responsabilidad de Autoridad Competente en el Comité Nacional de Bioseguridad. La representante de este Ministerio, la Dra. Elisa Barahona, que ha estado en el Comité Nacional de Bioseguridad desde sus inicios como entidad provisional, es la portavoz usual para presentar y discutir las normas, regulaciones y datos sobre los ensayos.
- El movimiento de consumidores está representado por la Unión de Consumidores de España (UCE), única organización involucrada en el debate sobre el uso de los alimentos transgénicos. Esta fuerte representación de la UCE se ha producido

gracias al Dr. Rafael Urrialde, biólogo (bioquímica y fisiología de plantas), director del Área de Salud y Nutrición de la UCE hasta el año 2000 y representante en las actividades de Seguridad Alimentaria de la Unión Europea.

5.5.4. Medios e instrumentos para el debate social sobre los cultivos y alimentos modificados genéticamente.

1. - El primer instrumento y más frecuentemente utilizado en España para la diseminación y provocación del debate social son los seminarios, las reuniones de grupo, los cursos académicos no reglados (universidades de verano) organizados por entidades públicas, universidades, Organizaciones No Gubernamentales o Asociaciones de Consumidores.

La manera usual de proseguir con el debate radica en la realización de presentaciones (conferencias) o mesas redondas, grupos de discusión. Los últimos dos años de la década de los noventa han dado testimonio de un gran número de reuniones de este tipo. Los portavoces de las mesas muy frecuentemente son contratados entre los actores mencionados en la sección anterior. El público que acude a estos eventos son estudiantes universitarios, en algunos casos profesores universitarios y de secundaria y en menor medida del mundo empresarial.

2. - Los medios de comunicación han constituido un segundo, e importante, canal de circulación del debate social sobre los alimentos transgénicos en España. La prensa escrita es el principal instrumento, seguido a gran distancia de la radio y la televisión, por este orden.

Los periódicos han permanecido activos en la publicación de noticias y de algunos artículos de opinión de los actores principales mencionados. En general, puede decirse que los periódicos españoles han destilado la información que se produce en el extranjero (EE.UU., Reino Unido y Francia principalmente), transmitiendo los aspectos y puntos negativos resultado esencialmente del debate. Muy pocos periódicos han adoptado una posición de equilibrio -a excepción de EL PAIS que ha intentado mantener una posición crítica sobre la necesidad de una evaluación social de las aplicaciones de esta tecnología, dejando al mismo tiempo espacio para las

intervenciones de los defensores de la aplicación de las nuevas biotecnologías a la agricultura o incluso articular un debate entre F. García Olmedo y Ricardo Aguilar (véase apartado anterior).

3. - Los artículos y libros son el tercer instrumento para obtener información sobre la situación de la biotecnología y las consecuencias de sus aplicaciones. En los últimos cinco años han aparecido un gran número de artículos y de libros. Por esta razón resulta imposible citar y referirse a todos ellos. Comisiones Obreras y su Fundación (Fundación 1º de Mayo) ha sido una de las organizaciones particularmente activas, con la publicación de varios libros. En la última publicación de Jorge Reichmann (enero de 2000), titulada *Cultivos y alimentos transgénicos. Una guía crítica*, el autor incluye una selección de bibliografía reciente publicada en español que, a pesar de un cierto prejuicio en la selección, denota entrar en un diálogo con, por lo menos, una parte de los analistas críticos de los usos de la biotecnología, precisamente aquéllos que están valorando el interés de sus usos y aplicaciones.

Capítulo 6. El sistema español de innovación en biotecnología:

Resumen y conclusiones

El recurso a la definición de sistema nacional de innovación (marco conceptual y teórico de la investigación) y de la biotecnología (sector de estudio) ha posibilitado el examen de las características de un sector emergente y altamente innovador, localizado en este caso en los límites geográficos de España, país con una cultura y tradición particulares en ciencia y tecnología. Estos dos factores han permitido poner de manifiesto los posibles riesgos de la extrapolación de análisis realizados en un marco determinado con herramientas estandarizadas e importadas, sin una adecuación previa al perfil tipo de nuestra sociedad.

Es preciso reconocer, en primer lugar, que intentar establecer conclusiones puede aparecer como una pretensión demasiado ambiciosa, ya que supone la reducción de las complejidades de todo un sistema a unas cuantas conclusiones. Sin embargo, para dar pasos en esta dirección, merece la pena prestar cierta atención a los instrumentos y/o herramientas que se utilizan en España, en relación con la creciente preocupación europea e internacional, para el estudio de la innovación, estudios que contemplan los distintos sectores o ramas de actividad. Los conceptos generales y la metodología difieren según las encuestas existentes, lo que dificulta la posibilidad de un análisis comparativo. Igualmente se hará un repaso a los indicadores del sistema español de ciencia y tecnología utilizados en la actualidad. En ambos casos la revisión realizada aporta ciertas evidencias sobre el análisis de la innovación que serán entendidas como conclusiones.

6.1. Las encuestas de innovación en España.

El análisis del proceso de innovación de las empresas españolas se ha introducido en el panorama de estudios nacionales estructurales a partir de los años noventa, con el fin de evaluar las capacidades y los efectos de la innovación y del cambio tecnológico en España. Distintos organismos se han iniciado a partir de esta fecha en la elaboración de cuestionarios que recogen indicadores relacionados con la obtención de resultados de las investigaciones o innovaciones.

El Manual de Oslo, aprobado por la OCDE en 1992 y que deja a un lado el modelo lineal de la innovación, intenta armonizar los esfuerzos realizados por los distintos países para comprender los procesos de innovación, de tal manera que permita comparar los resultados obtenidos a nivel internacional. El objetivo trazado por la OCDE radicaba en la elaboración de una terminología común (incluida la definición de conceptos) y unos protocolos o pautas de actuación también comunes en la realización de los estudios sobre la actividad innovadora.

Sin embargo y a pesar de este esfuerzo de armonización, la puesta en práctica de las pautas recogidas en el primer Manual para el estudio de la Unión Europea sobre la innovación “Community Innovation Survey”, cuyo primer análisis apareció publicado en 1995 por la Comisión Europea en el “Libro Verde de la Innovación”, dio como resultado ciertas diferencias conceptuales en la interpretación del término “innovación”. Así, el Libro Verde incluía en el concepto de innovación las modificaciones del diseño del producto, considerando a las innovaciones organizativas como elementos conducentes de innovaciones tecnológicas.

La segunda edición del Manual de Oslo, aprobada por el Comité de Política Científica y Tecnológica de la OCDE en octubre de 1996, representa el esfuerzo emprendido en Europa por identificar, analizar y evaluar correctamente y con rigor metodológico las actividades en innovación. Las aportaciones de esta segunda edición representan una notable mejoría en la definición de conceptos (y la ampliación de algunos, como la innovación de proceso), la identificación de indicadores concretos (sobre el impacto de las innovaciones, por ejemplo, efectos que se intentan medir con el porcentaje de ventas y de exportaciones atribuibles a las innovaciones), el diseño del estudio (definición de la población, diseño del cuestionario, etc), la aplicabilidad de la encuesta (se incluye el análisis del sector servicios, con cuestionarios independientes según tipo de empresa – industrial o servicios) y la percepción de la innovación dentro de un sistema, cuyos elementos y actores implicados gozan de libertad en los procesos de interrelación e interacción.

Las dificultades encontradas para medir la innovación plantean continuas modificaciones para perfeccionar las herramientas analíticas existentes, que aún con sus imperfecciones intentan aproximarse a la realidad. El Manual de Oslo se ha convertido,

a todos los efectos, en una referencia obligada para la realización de un análisis comparado de los panoramas nacionales.

En nuestro país, y como ya se comentó anteriormente, distintas instituciones, como el Círculo de Empresarios –en sus estudios “Actitud y comportamiento de las grandes empresas españolas ante la innovación”, 1988, 1995- y el propio Instituto Nacional de Estadística –Estadística sobre las actividades de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, 1995 y posteriores-, han intentado “medir” la capacidad innovadora de España, siguiendo el Manual de Oslo.

La encuesta realizada en 1994 por el primer organismo, el Círculo de Empresarios, presenta como principal activo la información proporcionada sobre las actitudes de la empresa ante los procesos de innovación, los objetivos económicos perseguidos, factores de éxito y otra serie de indicadores que aportan información cualitativa sobre la innovación. El INE, por su parte, ha centrado sus esfuerzos en la obtención de información cuantitativa.

Pero no sólo se han llevado a cabo estas dos iniciativas en España en la década de los noventa; resulta obligado hacer referencia a los trabajos publicados por la Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica, con los Informes COTEC sobre Tecnología e Innovación en España (1996 y sucesivos), el “Documento para el debate sobre el Sistema Español de Innovación” (1997) y “El sistema español de innovación. Diagnósticos y recomendaciones. Libro blanco” (1998).

El Ministerio de Industria y Energía, por su parte, realizó en 1994 el “Análisis cuantitativo sobre los procesos de innovación de la industria española”, estudio complementado con el análisis cualitativo realizado en colaboración con el Instituto Catalán de Tecnología, que produjo como resultado la publicación “La industria española ante el proceso de innovación” (1997). El objetivo de este estudio ha sido profundizar en el carácter, intensidad y características del comportamiento innovador del conjunto de la industria española.

Este estudio presenta como novedad, según consta en la metodología seguida en la investigación, la posibilidad de clasificar a las empresas encuestadas según las cuatro

tipologías establecidas por Pavitt (sectores dominados por los proveedores, sectores de producción masiva, proveedores especializados y sectores de base científica), que se corresponden con cuatro posibles modelos de comportamiento innovador, que a su vez permiten un análisis sectorial basado en tipos de trayectorias tecnológicas específicas.

Los trabajos y encuestas realizadas sobre innovación en España en la década de los noventa han servido para identificar la situación del país en lo que se refiere a su desarrollo tecnológico, convirtiéndose en herramientas de un alto valor estratégico para la economía nacional. Sin embargo, las dificultades para realizar comparaciones entre los distintos trabajos, debido al establecimiento de distintos períodos de estudio, sectores de actividad, intervalos del número de empleados, indicadores, etc, aconsejan la homogeneización y estandarización en la medición.

6.2. Indicadores del sistema español de ciencia y tecnología.

Tras la promulgación de la Ley 13/1986 de Fomento y Coordinación General de Investigación Científica y Técnica –Ley de la Ciencia- el Sistema Español de Ciencia y Tecnología ha ido desarrollándose en torno a la figura de los Planes Nacionales de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (y los programas sectoriales correspondientes), desarrollo condicionado, entre otros factores, por el propio tamaño del sistema, el nivel tecnológico de las empresas, la adecuación del sistema a la demanda industrial y el apoyo público a las iniciativas innovadoras del tejido industrial. Además, la cultura científico técnica de la sociedad española ha aflorado como un “handicap” del desarrollo experimentado.

A pesar de ello, el esfuerzo público y privado en investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación es una constante en la vida económica del país, esfuerzo que se ha cuantificado de forma estandarizada y estructural a través de los indicadores elaborados sobre I+D. La última referencia entre 1990 y 1999 es la publicación “Indicadores del sistema español de ciencia y tecnología” de 1999 de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT), editado por el Ministerio de la Presidencia.

En el apéndice IX se recogen los indicadores, cuantitativos, que la administración del Estado maneja para conocer, identificar y valorar el estado de la ciencia en España. A pesar del aumento en el número y detalle de estos indicadores, todavía se consideran “imperfectos” para el análisis de la complejidad del sistema de innovación español.

Los indicadores y el sector biotecnológico

El nivel de agregación de los datos y la complejidad de determinados campos o sectores de actividad de corta tradición y de carácter horizontal (entre los que se encuentra la biotecnología) condiciona las posibilidades de los análisis de tales campos basados en los indicadores antes citados, aunque sean la base de conocimiento para el estudio del panorama nacional a nivel general.

Por ello, se antoja difícil, a priori, basar la investigación de la estructura industrial biotecnológica en los datos estadísticos de los organismos oficiales -del INE, por ejemplo, con alto grado de agregación-, a pesar de que éstos hayan sido utilizados como referencia en distintos apartados de la tesis.

6.3. La biotecnología en España, y su estudio como un sistema de innovación

La capacidad innovadora de las empresas depende de las distintas habilidades de las instituciones que componen el sistema de innovación, instituciones que en ese concepto de sistema son concebidas como interdependientes. Este gran sistema de innovación está compuesto y formado por otros subsistemas, con unas características determinadas. La existencia y complejidad de los mismos confirma la existencia del sistema nacional de innovación. Cuando el análisis se centra en los determinantes específicos de un sector respecto a la capacidad innovadora nos encontramos, según parte de la literatura de la economía de cambio tecnológico (Breschi y Malerba, 1997), ante un sistema sectorial de innovación. La existencia del sistema español de innovación en biotecnología debe ser constatada a través del repaso de los subsistemas que lo componen, y que según consta en el apartado “Actividades y relaciones de los elementos importantes de un SNI” del capítulo 2 son el sistema de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, el papel del gobierno, las relaciones entre

empresas, el sistema financiero, el sistema formativo, el sistema de dirección y la opinión pública o actitud social.

6.3.1. El sistema de I+D

El sistema de I+D está formado, siguiendo a Freeman, por aquellas instituciones formales, públicas y privadas, directamente implicadas en la producción y difusión del nuevo conocimiento científico y tecnológico, esto es, en el caso español y en el sector biotecnológico, por las empresas, las universidades y los organismos públicos de investigación (OPIs), y en menor medida por las asociaciones empresariales, las fundaciones y las colaboraciones formales en investigación entre los OPIs (incluida la universidad) y la industria.

El entorno empresarial está condicionado por la existencia de distintas estructuras que se corresponden con los subsectores de salud humana y animal, agroalimentación (animales y plantas), medio ambiente y bioprocesos, como reflejo, una vez más, del carácter horizontal y multidisciplinar de la biotecnología. Esta diversidad hace difícil la identificación de un colectivo industrial, ya que sus objetivos socio-económicos en cualquier proceso analítico o en la aplicación de instrumentos estadísticos no quedan expresados claramente como biotecnológicos. Además, la controversia social suscitada en torno a la aplicación de los desarrollos biotecnológicos (con actitudes de aceptación y de rechazo por parte del público -consumidores) favorece la permanencia en el anonimato de un gran número de empresas, temerosas por la incidencia que su declaración como empresas biotecnológicas pueda tener en la cuenta de resultados final. Todo ello dificulta la concreta identificación de un colectivo de empresas biotecnológicas en España.

No obstante, el informe de la Asociación Española de Bioempresas (ASEBIO) para el año 2000 ha estimado la presencia en el mercado nacional de 200 empresas, cuya estructura y pautas de actuación difieren, como ya se comentó anteriormente, según los subsectores. Hay que señalar que más de la mitad de este colectivo procede de sectores de actividad tradicionales, que han incorporado los desarrollos biotecnológicos por las oportunidades que estos ofrecen. Las empresas meramente biotecnológicas son

fundamentalmente pequeñas start-up o spin-off que emergen en su mayoría desde el mundo académico e investigador.

En términos generales (incluyendo las empresas netamente biotecnológicas y aquellas que se aproximan a la biotecnología desde otros sectores de actividad), la evolución del mercado -biotecnológico- desde finales de los años noventa y hasta el momento ofrece una tendencia positiva tanto en lo que se refiere al volumen de negocio como a los recursos humanos (de gran cualificación) y empresas, estas últimas caracterizadas por su carácter innovador y su presencia en los mercados europeos mediante la exportación de sus productos.

El tamaño empresarial del colectivo, en su mayoría pequeñas y medianas empresas, puede limitar la capacidad competitiva de las mismas en un mercado global, dinámico y flexible, al que se han incorporado los procesos de fusión.

Aunque la inmensa mayoría de éstas realizan actividades de I+D, ya sean externas o internas, al menos 59 de las 200 estimadas por ASEBIO han disfrutado de subvenciones del sistema público de investigación.

Los sectores que presentan mejores y mayores expectativas de crecimiento en relación con los desarrollos biotecnológicos son el sector biofarmacéutico (salud humana, principalmente, con la obtención de productos de alto valor añadido, como los medicamentos, tejidos, hormonas, etc.), el sector agroalimentario (cuya incidencia actual se centra en la producción de materias primas para la alimentación animal) y el sector medioambiental. Los dos primeros presentan ciertas ventajas respecto al último, ya que son sectores bien establecidos, con tradición en el mercado, regulados, y con estructuras comerciales claramente definidas y organizadas, aunque las cuestiones sociales y normativas siguen abiertas. Sin embargo, el sector Medioambiental estará supeditado al cumplimiento de la legislación nacional en medio ambiente, en sistemas de prevención y tratamiento de la contaminación. La demanda comercial dependerá de las aplicaciones rigurosas de las regulaciones, por lo que el mercado estará creado exclusivamente por la acción del Gobierno.

La presencia de la oferta científica en este sistema es muy notable; por un lado, 38 universidades han participado de forma activa en proyectos de investigación en biotecnología financiados por el Plan Nacional entre 1991 y 1998, distribuidas en todo el territorio nacional. En cuanto a los organismos públicos de investigación éstos están sobrerrepresentados por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), concebido desde sus inicios como organismo profesionalizado para el desarrollo científico y tecnológico del país. De sus aproximadamente 122 centros o institutos, 31 han participado en proyectos biotecnológicos. Sin embargo, la masa crítica en este sector sigue siendo limitada, como consecuencia directa del propio tamaño del sistema nacional de ciencia y tecnología.

En términos generales se constata una mayor presencia del sistema público (universidades y OPIs) que del privado, tanto en lo que se refiere a número de investigadores como en su participación del sistema público de financiación. La universidad española aporta alrededor del 60% de los investigadores del sistema público y ejecuta, en torno a esa cifra del gasto público, lo que le convierte en el principal soporte del sistema de I+D. En cuanto a los OPIs, es el CSIC el organismo con mayor repercusión en el sistema y el más activo.

La presencia de los tres actores más importantes del sistema de investigación y desarrollo (industria, universidad y organismos públicos de investigación) queda patente, lo que puede sostener, en principio, la idea de la existencia de un sistema para (de) la biotecnología en España. Sin embargo, son la interrelación e interacción de los actores y sus colaboraciones los que dotan al sistema de sentido, sin las cuales únicamente podría constatarse la presencia de una serie de elementos y de procesos aislados independientes, sin cooperación y, por lo tanto, sin la articulación que debe caracterizar el concepto de sistema.

Las limitaciones y deficiencias que se perciben en el sistema de I+D en general, y de biotecnología en particular, son: los proyectos de I+D suelen adolecer de la colaboración y cooperación sistemática de los distintos agentes, que disponen, por lo menos en la década de los noventa, de modalidades de participación diferenciadas, lo que dificulta la consecución de relaciones estables y duraderas. El mundo científico y el productivo permanecen separados, entre otras cosas, por la ordenación administrativa

del sistema público (que no confiere movilidad a los investigadores y cuyo sistema de promoción individualizada favorece la existencia, estructural, de grupos pequeños; la ausencia de incentivos, económicos o curriculares, de colaboración dificulta la salida a esta situación) que provoca el desconocimiento de ambas partes –sector científico y productivo- del potencial existente. Esto da como resultado una tasa de éxito de los proyectos financiados con fondos públicos en el mercado muy baja, con una falta de adecuación entre la oferta del sistema público científico y la demanda empresarial. La demanda tecnológica de la empresa no tiene ningún atractivo, por la ausencia de incentivos, para el colectivo público de investigadores.

De esta forma la empresa trata de llevar a cabo la apuesta por la innovación mediante la adquisición de tecnología, ya que los mecanismos de transferencia de tecnología y de conocimiento no son operativos y los procesos o productos ofertados por los OPIs y las universidades no responden con la demanda del tejido productivo.

El sistema de I+D en biotecnología, por lo tanto, presenta limitaciones muy importantes que condicionan su eficacia, y cuestionan su existencia como sistema, aunque contiene, de forma independiente, a tres actores con notables niveles competitivos (empresas, universidades y OPIs).

Sin embargo, el dato positivo surge de la reacción del sector industrial en los últimos cinco años, que hace del sector biotecnológico un caso a imitar: los proyectos de I+D acometidos por las empresas entre 1997 y 1998 (las empresas que han sido consultadas en la investigación), fundamentalmente financiados con fondos propios, han sido desarrollados, en más del 75% de los casos, en cooperación, fundamentalmente con las universidades y los organismos públicos de investigación, y más del 75% de las empresas que han logrado desarrollar nuevos productos lo han conseguido en colaboración con otros centros o instituciones.

Los mecanismos puestos en marcha desde la administración pública para la articulación del sistema de I+D no son suficientemente satisfactorios para el sector productivo, que desde su propia iniciativa (y con sus propios fondos) busca la optimización de los recursos humanos del sistema público de investigación. Los resultados obtenidos desde

esta perspectiva apuntan a la presencia de un sistema de I+D, apoyado en la dinámica del tejido industrial más que en la acción pública.

Una de las herramientas que han encontrado mayor acomodo en el desarrollo de la biotecnología y que ha sido adoptado en el discurso político de fomento de la transferencia de conocimiento entre el sistema público de investigación y el tejido industrial en los últimos años ha sido la creación de empresas spin-off, basadas en la iniciativa de los científicos de las universidades y los OPIs. Sin embargo, la legislación actual a este respecto no facilita la implicación de los investigadores en aventuras empresariales, ya que no permite a los científicos la posesión de más del diez por ciento de las acciones de una empresa ni su inclusión en los consejos de administración. De esta forma se fomentan ciertos subterfugios legales o alegales para que la puesta en funcionamiento de las llamadas spin-off sea un hecho. El desarrollo equilibrado y sostenible de las mismas, sin un cambio en la legislación actual, se antoja muy difícil, a pesar de que los científicos han empezado a concienciarse y a interiorizar que el futuro de la ciencia básica pasa, necesariamente, por el desarrollo de interfases que retornen valor a la sociedad.

Otra de las oportunidades que el propio mercado está generando en lo que se refiere a la interconexión entre el mundo científico y el empresarial gira en torno a la investigación de alto riesgo y a su externalización. La nueva organización empresarial de parte de la industria biotecnológica (sobre todo en el sector biofarmacéutico) en el mundo ha establecido una estrategia de subcontratación de la investigación de alto riesgo, con la consiguiente desaparición de departamentos propios de I+D, capaz de generar innovaciones, con empresas puramente biotecnológicas de nueva creación –start-up-, muy pequeñas, formadas por un pequeño colectivo de jóvenes científicos (4-5 investigadores de edad comprendida entre los treinta y los cuarenta años), con objetivos concretos. En los últimos cuatro o cinco años hay un crecimiento exponencial de estas nuevas iniciativas generadas a partir de la falta de oportunidades y de expectativas del sector académico y de la aparición de un mercado muy atractivo en términos económicos.

Estos dos últimos instrumentos (empresas spin-off y start-up) se encuentran en fases todavía muy tempranas en su desarrollo dentro del sistema de ciencia y tecnología

español en biotecnología, pero en cualquier caso existen iniciativas que parecen encaminadas a contrarrestar los déficits detectados de interconexión e intercomunicación entre ciencia base e industria.

6.3.2. El papel del gobierno

El sector público, a través del papel desempeñado por el gobierno, es uno de los actores protagonistas de la financiación, regulación y demanda de innovaciones, que tienen un impacto directo en los procesos de producción y difusión de la innovación.

El sistema público de investigación español cuenta, para la promoción de la biotecnología, con un programa específico, el Programa Nacional de Biotecnología (PNB), además de la posibilidad de competir por subvenciones de otros programas debido al carácter horizontal del sector, ya que las tecnologías sobre las que se sustenta han penetrado en muchas áreas de la producción científica e industrial (no sólo en las áreas más básicas de las ciencias biológicas, sino en las áreas de salud, agricultura, ganadería, con implicación en políticas ambientales, de diseño de fármacos, etc). El PNB es una significativa muestra del apoyo del gobierno a este sector estratégico, apoyo que ha quedado patente desde los orígenes de la formulación y promulgación de los Programas Nacionales, en el período de puesta en práctica de la Ley de la Ciencia.

De esta forma el área de la biotecnología en España está doblemente promovida en el ámbito público, por sí misma con un programa de investigación específico, y a través de otros programas. La comunidad científica opta, a la mayoría de los programas existentes, lo que ha supuesto, además del estímulo de los investigadores a la realización de estudios en sus diversas vertientes, la multiplicación de los recursos disponibles.

Desde sus orígenes, basados en la ingeniería química, la bioquímica, la microbiología y la genética, la biotecnología ha logrado captar la atención de otros expertos, primero en biología molecular, luego en química, ingeniería, física, epidemiología, etc, dando el salto de lo que en sus inicios suponía un dominio biológico a un ámbito pluri e interdisciplinar. De ahí su capacidad de captar y aglutinar recursos públicos.

El Programa Nacional de Biotecnología, en el escenario actual del sistema público de investigación en España, resulta primordial como fuente de financiación de esta compleja área de conocimiento científico y técnico, complementada con las ayudas europeas. Sin embargo, la potenciación del área podría realizarse mediante la promoción de las biotecnologías, como instrumento científico-técnico básico, en su relación con otras áreas más tradicionales o bien caracterizadas desde el punto de vista de la producción, como la médica, la agrícola, la ganadera, la farmacéutica, etc.

El sistema público de investigación en biotecnología mantiene con solidez las normas de asignación de recursos, cuyas prioridades quedan marcadas por la influencia ejercida por los propios actores científicos. La reasignación de recursos mediante acciones externas, debido a la presión que ejercen las distintas comunidades científicas, resulta muy compleja.

El sistema industrial, como proveedor y cliente de organismos públicos y privados, permite la intervención en la acción de la política tecnológica e industrial, sistema privado de desarrollos biotecnológicos que posibilita la actuación en la conexión e interacción entre la industria y la investigación. La reasignación de recursos y la renegociación de los beneficios encuentra en el sistema privado una pequeña puerta para ejercer esta posibilidad.

Dificultades en las políticas tecnológicas (y/o de innovación) en biotecnología

A pesar de la existencia del Programa Nacional de Biotecnología, la identificación de políticas tecnológicas relativas a la biotecnología presenta una situación ambivalente: por un lado, aparece como un área prioritaria de desarrollo, pero, al mismo tiempo, el carácter horizontal de estas tecnologías y su capacidad de penetración en casi todos los sectores de actividad económica y social hacen extremadamente difícil el reconocimiento de los instrumentos y recursos que se destinan a la promoción de esta área de investigación y desarrollo. No hay ningún objetivo socio-económico bajo el cual pueda adscribirse la actividad biotecnológica, resultando la obtención de datos significativos como una tarea de considerable dificultad. Las Agencias Nacionales encargadas de elaborar datos estadísticos sobre actividades de I+D deben profundizar en el desarrollo de sistemas de identificación de los esfuerzos en biotecnología y reclamar

a los responsables de los distintos programas que realicen los mayores esfuerzos en esta dirección.

La política tecnológica del gobierno en biotecnología en la década de los noventa ha adolecido de una estrategia basada en la necesidad del establecimiento de colaboraciones, alianzas estratégicas y de flujo de información de doble sentido, sin conseguir la implicación de la industria en la política pública. Para una posible corrección en este sentido, se apunta a los ejercicios de prospectiva como herramienta para identificar prioridades para la asignación del gasto público en I+D en biotecnología; la exigencia de un socio industrial en los proyectos de investigación financiados por el sector público es otro de los mecanismos encaminados a la mejora de la transferencia tecnológica.

Las Oficinas de Transferencia de Resultados de la Investigación (OTRIs) –con una distribución poco homogénea en el territorio nacional- se erigen en las infraestructuras encargadas de facilitar la conexión entre la industria y la investigación pública, contribuyendo a la mejora en el acceso de las empresas a las tecnologías desarrolladas en el ámbito público. La actividad desarrollada en relación con el sector biotecnológico las sitúan como poco efectivas.

Por otro lado, los centros y parques tecnológicos, como infraestructuras de soporte a la innovación, no han sido fomentados con suficiente fuerza, en los noventa, por parte de la administración. Ambas circunstancias, falta de efectividad de las OTRIs y “descuido” gubernamental de los parques tecnológicos, se convierten en factores explicativos de la falta de conexión entre la investigación pública y la empresa.

La participación de la Administración en el diseño de iniciativas, mediante instrumentos efectivos de actuación, para potenciar el desarrollo industrial en las fases iniciales de las empresas biotecnológicas durante la década de los noventa no ha existido. La agenda política no contenía medidas de apoyo público a proyectos innovadores (creación de nuevas empresas tecnológicas) en biotecnología en ese período. Acciones de estas características, trazadas en fases denominadas de “idea empresarial” para la generación de proyectos empresariales desde el ámbito universitario y de centros de investigación (que abarca desde la concepción de la idea innovadora hasta la formalización de la

empresa, ofreciendo asesoramiento y formación), de “creación-empresa” con la concesión de nuevos créditos semilla (préstamos a interés cero por un importe máximo de 50 millones de pesetas, que no pueden superar el 70% del presupuesto total del proyecto), y de “capital-riesgo” que facilita la entrada de capital en las empresas de menos de dos años de vida, son iniciativas trazadas desde los Gobiernos en los últimos años para con las empresas tecnológicas. El fomento por parte de la administración de la creación de agentes de interfase entre el mundo científico y el empresarial es una de sus asignaturas pendientes.

La complejidad y riqueza de las biotecnologías y sus repercusiones económicas, éticas y sociales, reclaman normas y regulaciones. En cuanto al papel del gobierno como regulador de las nuevas biotecnologías, éste se encuentra, debido a la diversidad temática y de sus aplicaciones, ante una situación de gran complejidad. En este sentido, ha sido la Unión Europea la que ha liderado la creación de un marco legal sobre la biotecnología que afecta a todos los subsectores de aplicación, con las Directivas 90/219 y 90/220. Ambas han sufrido modificaciones y están en continuo proceso de revisión. Cada uno de los subsectores de aplicación biotecnológica tiene una serie de disposiciones verticales, que afectan única y exclusivamente a los mismos.

En el ámbito nacional, la función reguladora del gobierno ha sido limitada a la introducción en la legislación española de las normas comunitarias europeas, promulgando la Ley 15/1994 y el Real Decreto 951/1997. La distribución de competencias entre la Administración General del Estado y las Comunidades Autónomas y entre los diferentes Ministerios implicados ha sido una de las medidas llevadas a cabo por el gobierno. Los distintos subsectores de la biotecnología también disponen de regulaciones específicas.

Los temas que conllevan un mayor grado de conflictividad en la formulación de normativas son las patentes sobre seres vivos y las repercusiones sobre el medio ambiente, con la dificultad de limitar la incidencia en el entorno a medio y largo plazo. La desconfianza en los expertos y la ignorancia social sobre la regulación existente son dos de los factores que influyen en el entorno regulatorio.

Cabe resaltar que el sector biotecnológico (en sus distintos ámbitos de salud humana y animal, agricultura y alimentación, y medio ambiente) es uno de los sectores más regulados, que ha generado un marco normativo compuesto por numerosas leyes, decretos, disposiciones, etc., que intenta limitar al máximo los distintos riesgos y efectos nocivos derivados de sus aplicaciones, aún siendo consciente de la afirmación de que el riesgo cero no existe. La falta de comunicación entre los legisladores y la sociedad ha provocado un sentimiento de indefensión en la población, que ha concluido con una opinión pública adversa a los desarrollos alcanzados en determinadas áreas, como en el caso de la agroalimentación.

6.3.3. Relaciones entre empresas

La estructura empresarial del sector biotecnológico en España, formada por pequeñas y medianas empresas, se erige en uno de los determinantes de la participación continua del mundo productivo en actividades de I+D+i, más aún cuando requiere la colaboración o cooperación con otros actores. Estas actividades exigen la presencia de una, aunque pequeña, estructura intramuros estable en I+D, de la que no suelen disponer la mayoría de las denominadas PYMEs españolas.

Además, el colectivo empresarial, en general, no cuenta con una cultura cooperativa en investigación. Las relaciones se producen más con los organismos públicos de investigación y las universidades, y entre empresas más en sentido vertical dentro de la cadena de producción que a nivel horizontal. El objetivo de alcanzar una cuota de mercado para lograr la pervivencia limita la percepción del resto de empresas del sector como meros competidores. Las relaciones con clientes o proveedores (relaciones verticales) están dirigidas a solucionar problemas concretos en los procesos de producción, y en el desarrollo de productos realizados o mejorados dentro de la empresa.

En el sector biotecnológico los procesos de aprendizaje interactivo se producen verticalmente entre empresas relacionadas en la cadena de producción, en la relación usuario-productor, lo que requiere una clara diferenciación jerárquica entre los distintos niveles existentes. Las redes industriales que emergen, escasas, son de carácter

“comercial”, entendidas como las conexiones entre los usuarios y los productores de bienes o servicios.

Las empresas biotecnológicas que operan en el mercado nacional deben incrementar las relaciones y cooperaciones entre ellas, adoptándolas como nuevas estrategias competitivas. El cambio en la estructura organizativa y en la cultura empresarial puede jugar un papel fundamental.

Sin embargo, la promoción de las actividades en cooperación no sólo debe ser fomentado desde el tejido industrial, sino que las distintas administraciones -central autonómica y regional- deben articular mecanismos que favorezcan el asociacionismo y la cooperación como forma de dotar a las pequeñas y medianas empresas de capacidad investigadora (ya se ha comentado anteriormente que el tamaño de las empresas es un serio handicap para acometer proyectos ambiciosos y competitivos de I+D).

6.3.4. Sistema financiero

La investigación científica y el desarrollo tecnológico están caracterizados por un alto grado de incertidumbre y un período de rentabilización a largo plazo, rasgos que incitan al sistema financiero a participar y a obtener un protagonismo destacado en los sistemas de innovación.

En el caso del sector biotecnológico español la participación del sistema financiero ha sido prácticamente testimonial, con una notable falta de inversión privada. Las entidades de capital-riesgo sólo han entrado en el sector biotecnológico, mediante inversiones, en los últimos tres-cuatro años, con la consiguiente carencia en la financiación de proyectos de investigación mediante este mecanismo. La ausencia de empresas de capital-riesgo se traduce en dificultades para obtener créditos.

A pesar de esta situación, las oportunidades de negocio que ofrecen las nuevas tecnologías parecen captar a finales de los noventa la atención de los inversores afincados en España, entidades de capital-riesgo que en una quincena aproximadamente han financiado proyectos en biotecnología. La nueva realidad está configurada por el asentamiento de empresas de capital-riesgo europeas que intentan identificar iniciativas

locales, regionales, para invertir. Hasta entonces, existe un total desconocimiento del significado de la biotecnología y de sus posibilidades de explotación, lo que obliga a los inversores a capacitar a sus equipos para evaluar los proyectos. Son los expertos los únicos técnicamente formados para “reconocer” las oportunidades que ofrecen los proyectos, las nuevas oportunidades de negocio, aunque el poder de decisión se sitúa en un nivel superior.

El alto nivel de inversión que requiere este tipo de proyectos y los períodos excesivamente largos de desarrollo de los productos (lo que implica un alto grado de incertidumbre) son los inconvenientes que se vislumbran en la cartera de inversores, condicionados por ambos factores.

Aunque las proyecciones de participación de estas instituciones ofrecen unas expectativas más halagüeñas y esperanzadoras, con mayor atracción sobre los subsectores de salud humana y agroalimentación, la realidad actual ofrece un panorama desolador, que coloca en desventaja a la industria biotecnológica española con respecto a determinados socios europeos (Reino Unido, Alemania y Francia por ejemplo). La incursión y concurso de los inversores en el sector biotecnológico es una de las necesidades de primer orden que el sistema de innovación en biotecnología debe satisfacer, con el objetivo de favorecer la actividad e iniciativa de los “bioemprendedores” y de las “bioempresas”. Las entidades financieras españolas adolecen de una cultura que fomente la investigación porque no creen en la capacidad de la comunidad científica española para generar valor y nuevas oportunidades.

6.3.5. Sistema educativo y formativo

El sistema formativo es uno de los elementos básicos de los sistemas de innovación, ya que es el encargado de suministrar los recursos humanos con las habilidades en los campos de conocimiento científico y técnico y de crear una actitud favorable en la cultura empresarial y de los trabajadores hacia el cambio técnico.

La universidad, como principal actor institucional del sistema educativo, tiene una serie de áreas de conocimiento ligadas a la biotecnología (el carácter multidisciplinar de los desarrollos biotecnológicos crea la necesidad de combinar diferentes áreas de

conocimiento), que en los trabajos llevados a cabo dentro del ámbito comparado europeo se han concretado en: ingeniería informática, medicina, química, ciencias biológicas, farmacia, ingeniería agrícola y agrónoma, veterinaria e ingeniería forestal y de montes. Todas estas áreas, consideradas como tradicionales, son importantes para la formación en biotecnología, pero para mayor efectividad sería preciso introducir cambios curriculares con mayor grado de interdisciplinariedad.

El sistema educativo, además, ha sido permeable, hasta cierto punto, al desarrollo de los avances científicos y a la aparición de nuevas áreas, creándose en los noventa tres “áreas de conocimiento emergentes” relacionadas con la biotecnología, como son ciencia y tecnología de los alimentos, bioquímica e ingeniería química. La enseñanza institucional, pues, ha tenido la suficiente habilidad para adaptarse a los nuevos desarrollos, capacidad que debe ser compaginada con la dotación de un alto nivel educativo. Sin embargo, la comunidad científica del sector parece demandar, al unísono, un área específica de biotecnología, denominada como tal, y que incluya una formación global en el desarrollo de las tecnologías implicadas. Algunas universidades, como la Autónoma de Barcelona, han creado un título propio, iniciativa seguida por otras como la Universidad San Pablo CEU.

En todas las áreas mencionadas y entre el curso académico 1990-91 y 1996-97 se han graduado alrededor de 150 mil personas, que se convierten en potenciales recursos humanos del sector industrial biotecnológico. El número de doctores para dichas áreas y en el mismo período de tiempo ha sido de dieciocho mil, una plataforma que “asegura” el reemplazo generacional del colectivo científico del sistema público de investigación, siempre que se den condiciones de acceso (al mismo) favorables.

La falta de formación en habilidades de dirección es uno de los déficits que se detectan en el sistema formativo. Esta ausencia de “cultura empresarial” en los nuevos graduados supone un freno en la transferencia de personal al sistema productivo mediante iniciativas individuales y en la puesta en práctica de instrumentos como la creación de empresas del tipo “start-up” y “spin-off”.

La conexión entre el sistema educativo y la industria se produce, o se debe producir de manera formal por lo menos, a través de las OTRIs, existentes en las principales

universidades españolas. Éstas, como ya se comentó anteriormente, no están siendo todo lo operativas que cabría esperar y el papel que desempeñan en el establecimiento de colaboraciones entre las universidades y la industria es considerado como insuficiente. La cooperación entre ambas instituciones está caracterizada por las relaciones informales entre investigadores de determinados grupos de referencia y las empresas, que se convierten en el “modus operandi” por excelencia.

Así, la universidad española en las áreas de conocimiento relacionadas con la biotecnología está desempeñando una labor importante de formación y de adaptación a los nuevos desarrollos científicos y tecnológicos, pero no cumple plenamente, y de forma general, con la función de interlocutora entre la investigación y la industria, y la educación universitaria y la industria. Esta habilidad, plasmada en colaboraciones, queda lejos de los resultados deseables. Además, la correlación entre la oferta de titulaciones y la demanda efectiva de la industria se muestra excesivamente débil, con escasa formación y capacitación para las actividades innovadoras de las empresas.

6.3.6. El sistema de dirección: la organización interna de las empresas

El éxito de las actividades de innovación de una empresa depende, en gran medida, de los diferentes aspectos de la organización interna, que afecta a los procesos de innovación. La organización y ubicación de las actividades de I+D, los objetivos perseguidos y las motivaciones, la experiencia y profesionalización de los directores y la interconexión entre los distintos departamentos implicados son aspectos que afectan a la comunicación y aprendizaje de las empresas.

En el caso que nos ocupa, las empresas biotecnológicas han abordado innovaciones denominadas no-tecnológicas con cambios relevantes en la estructura organizativa, adaptándola a las nuevas necesidades demandadas por las nuevas tecnologías. Estos cambios vienen marcados por los objetivos propuestos en la estrategia empresarial, prioridades que dependen del grado de desarrollo de la empresa y de su posición en el mercado, además de factores exógenos como el grado de desarrollo del mercado, la situación socioeconómica del país y la aceptación de los clientes de los productos finales, por ejemplo.

La existencia de los departamentos de I+D en las empresas de mediano y gran tamaño está cada vez más generalizada, no siendo así en las pequeñas empresas. Sin embargo, éstos se convierten, cuando existen, en la fuente de las ideas innovadoras por excelencia, valorándose como muy positiva la implicación de la dirección general.

Los objetivos marcados tras la decisión de una empresa de invertir en I+D están basados en el incremento de la cuota de mercado, mediante la mejora de la calidad de los productos ya introducidos en el mercado y la incorporación de otros nuevos en la gama existente, lo que se traduce en objetivos a medio y largo plazo, aunque perseguidos con la máxima de la reducción en los tiempos de incorporación de los nuevos desarrollos. Estos objetivos a largo plazo parecen recomendar una organización interna basada en la promoción vertical de los mandos o directores, que conlleva a la interiorización de la cultura empresarial y a una mayor identificación con los objetivos trazados.

La falta de cooperación interdepartamental no es considerada como uno de los factores más condicionantes de la innovación empresarial, que se centra prioritariamente en el reducido gasto en I+D. Son más bien factores económicos, como el elevado coste de la innovación o el largo período de rentabilidad, y externos, la reglamentación -legislación y normas- y la incertidumbre del proceso de innovación, los que sirven de freno a las actividades innovadoras.

6.3.7. La actitud social

La sociedad, como consumidor último de los productos generados con las nuevas biotecnologías, es un elemento estratégico del sistema, cuya actitud de aceptación o rechazo puede modificar el comportamiento de las políticas públicas y empresariales. Por ello, los estudios sobre opinión pública se han convertido en instrumentos fundamentales para plantear reorientaciones estratégicas que conlleven a la consecución del éxito empresarial.

Pero no sólo el sistema productivo ha utilizado los estudios de percepción para sus intereses: las autoridades públicas y las organizaciones no-gubernamentales han promovido y financiado trabajos sobre los que basar su posición y las pautas de actuación a seguir.

A pesar de la utilidad que todos ellos han tenido en la presentación de controversias y la aproximación al estado de formación e información de la sociedad sobre la utilización y desarrollo de la biotecnología en los distintos subsectores, la complejidad de la temática, los propios déficits informativos y cognitivos de la sociedad, la ausencia y/o dificultad de comunicación entre los “traductores” de la información, como los expertos y los medios, y la disparidad de intereses entre los actores implicados –industria, estado, ecologistas, expertos, etc.- han puesto de manifiesto la fiabilidad de los estudios y la viabilidad de la formalización de una plataforma de consenso.

En términos generales, España presenta una opinión pública de aceptación de las aplicaciones biotecnológicas al sector farmacéutico –con aplicaciones a la salud humana e incluidos los xenotransplantes-, con una mayor disparidad de opinión sobre las aplicaciones a la agroalimentación. Esta controversia está alimentada, fundamentalmente, por un lado, por los intereses económicos de las empresas defensoras de la agricultura biotecnológica y, por otro, de la biológica, que “utilizan” a determinadas organizaciones no-gubernamentales (grupos ecologistas, por ejemplo) para conseguir aumentar su credibilidad y aceptación en el mercado.

La situación actual está caracterizada por la aceptación de la utilización de agentes terapéuticos de origen recombinante (hormonas, antibióticos, biomateriales quirúrgicos, nuevas drogas, etc.) y el uso de agentes biológicos y biotecnológicos (microorganismos y plantas transgénicas) en biorremediación (medio ambiental), y el rechazo a los denominados alimentos transgénicos.

En cualquier caso, parece clara la existencia de una opinión pública condicionada por un marcado déficit cognitivo, aunque éste no es el factor único, ya que unido a otros factores culturales favorece determinadas actitudes de aceptación o rechazo. El nivel de confianza en las instituciones –deficitario en España- es otro de los factores que incide positivamente en la generación de determinadas pautas de actitud y/o de comportamiento.

Sólo a través de la articulación de procesos de comunicación que integren la posición de todos los actores implicados (a través de plataformas de consenso, por ejemplo) se

conseguirá devolver la confianza al consumidor en aquellos aspectos en los que ha mostrado un mayor rechazo a las aplicaciones biotecnológicas, como es el sector agroalimentario. La introducción de productos derivados de las nuevas biotecnologías parece imparable, pero en cualquier caso la aceptación y su éxito comercial estará marcado por una comunicación transparente y veraz de los desarrollos alcanzados.

El cambio en la opinión pública puede venir provocado por la introducción en el mercado de productos para la salud humana, cuyos beneficios ejercen gran influencia en la percepción de los potenciales riesgos.

Por otro lado, la consecución de una sociedad con una opinión “cualificada” sobre la biotecnología demanda determinadas medidas de acción de carácter inmediato con resultados a medio y largo plazo, como la formación y reciclaje de los profesores de enseñanza secundaria en aspectos relacionados con la biotecnología, de tal manera que puedan ofrecer a los consumidores del futuro (jóvenes de hoy) a través de la enseñanza reglada la suficiente información –objetiva- para ejercer con libertad real la elección de los productos que desean consumir. Las connotaciones negativas que suscitan los “alimentos transgénicos” o los “modificados genéticamente” están basadas, actualmente, en campañas de comunicación que ofrecen una versión parcial de la realidad y que utilizan las “medias verdades” para desacreditar el uso de las nuevas tecnologías en el sector de la agroalimentación. Medidas de esta naturaleza pueden ayudar a reconducir el debate social a su verdadera dimensión, pero requieren un tiempo de maduración de cinco-diez años.

6.4. Última reflexión

Como resultado de las anteriores conclusiones obtenidas del análisis de cada uno de los elementos o subsistemas que componen el sistema de innovación en biotecnología se puede concluir afirmando que en España se detecta la existencia de un reducido (por su tamaño) sistema de innovación en biotecnología, imperfecto y en una fase temprana de su formulación (se configura en la segunda mitad de los noventa), con gran protagonismo de la administración pública. Tres son, principalmente, los desajustes y deficiencias del sistema: en primer lugar cabe citar que la proyección del sistema de investigación científica y desarrollo tecnológico, con una calidad indudable del

colectivo científico que gana prestigio en el concierto internacional, no ha encontrado en el sistema empresarial una evolución con la misma intensidad.

Este último, sin embargo, presenta tendencias con índices más altos de colaboración y cooperación con el sistema público de investigación que otros sectores económicos e industriales del sistema español de innovación. Parece conjugarse cierta complicidad entre ambos colectivos en la consecución del despegue del sector en España. A pesar de ello, la convergencia de intereses –económicos para el tejido industrial y curriculares para el científico- aún está en entredicho. La debilidad de las colaboraciones entre el sistema público y el empresarial es uno de los factores que condicionan el potencial del sistema de innovación en biotecnología.

El segundo de los elementos limitantes del sistema, y por lo tanto del sector, es la participación de las entidades financieras, que dubitativas y perezosas en su apuesta por las nuevas biotecnologías no disponen de mecanismos adecuados y diseñados para la innovación. Las entidades de capital-riesgo, instrumento concebido fundamentalmente para la financiación del tejido empresarial, tienen un desarrollo limitado en España y su presencia en los procesos de innovación en biotecnología es, a todas luces, insuficiente.

Ambos subsistemas, el de I+D y el financiero, deben perfeccionar y consolidar su presencia para conseguir un mayor grado de madurez del sistema de innovación.

Por último, el sistema de innovación en biotecnología presenta un gran déficit en los procesos de comunicación, ya sea en la transferencia de conocimiento entre sistema científico y productivo como en lo que se refiere a la interlocución ante la sociedad. La comunicación, como intercambio de información, debe realizarse entre los distintos actores sociales y entre las fuentes existentes para su vehiculización, máxime cuando los nuevos desarrollos pueden incidir directamente en la cantidad y calidad de vida de las personas (como es el caso del sector biofarmacéutico).

La comunicación entre los agentes del sistema de innovación en biotecnología debe ser más fluida y dinámica, diversa y retroactiva, con intercambio continuo de información que permitirá un crecimiento más rápido del sector. Este intercambio de información

evitará la duplicidad de esfuerzos, con la optimización de los recursos existentes (siempre limitados).

Por otro lado, la sociedad demanda cada vez más información sobre los adelantos científico-técnicos y esto requiere la “profesionalización” de los procesos de comunicación, hasta ahora descuidados tanto por los científicos como por la industria e incluso por los medios de comunicación. La escasa tradición y cultura en investigación de la sociedad es uno de los factores explicativos de la actual situación de producción, transmisión y circulación de la información sobre investigación. El cambio en la cultura, sujeta a las influencias externas y a procesos de adaptación, ha provocado esta demanda de información.

Estos son los tres factores detectados como condicionantes del sistema nacional de innovación en el sector de la biotecnología.

La dimensión regional

Conviene apuntar a este respecto, el predominio de dos regiones en este potencial sistema español de innovación en biotecnología: Cataluña y Madrid. Se puede hablar de sistemas regionales de mayor cohesión y dinamismo, basados principalmente en la concentración empresarial y de centros de investigación y en la acción de los gobiernos regionales, que presentan gran compromiso con la promoción y desarrollo de su conjunto institucional. La descentralización y la delegación de competencias a los gobiernos autónomos ha favorecido la conformación de una conciencia regional que ha apostado, en ambos casos, por la biotecnología como vector de desarrollo regional (genera empleo y riqueza a la región).

En el caso de Madrid (sistema regional de innovación) y en relación con los problemas que presenta el sistema nacional, la iniciativa del gobierno regional, a través de la Dirección General de Investigación de la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid, se ha centrado en la articulación de un “Sistema de Información y Promoción Tecnológica MADRI+D”, como red de centros públicos y privados sin ánimo de lucro vinculados a la innovación tecnológica.

Los objetivos que se persiguen son la promoción de actitudes innovadoras en la sociedad (regional), la difusión de las actividades realizadas por las universidades, centros públicos de investigación y empresas en el ámbito de la innovación, el fomento de la cooperación entre las universidades y los centros públicos de investigación y las administraciones públicas y las empresas, y el incremento de la inversión privada y la explotación de los recursos públicos en investigación y desarrollo tecnológico.

Los principios de actuación se centran en el conocimiento y difusión de la oferta científico tecnológica de la comunidad de Madrid, la creación y coordinación de capacidades en el sistema regional de innovación (creación de empresas de base tecnológica y comercialización de la tecnología) y la información y asesoramiento sobre demandas de innovación tecnológicas. Una de las prioridades establecidas ha sido la vigilancia tecnológica y el análisis estratégico en el sector de la biotecnología, que se realiza mediante los denominados “Círculos de Innovación”.

Iniciativas de esta índole se encaminan a la reducción de las resistencias del sistema y ponen en evidencia la importancia de la administración pública en el fomento de la innovación.

Bibliografía

- Ackoff, R. L. (1959), "Games, Decisions and Organization", *General Systems*, 4, 145-150.
- Ackoff, R. L. (1960), "Systems, Organizations and Interdisciplinary Research", *General Systems*, 5, 1-8.
- Adelman, I. (1961), *Theories of economic growth and development*, Stanford University Press, Stanford, Ca.
- Albert, A. (1993), "Biotechnology in Spain", en *Public Perception of Biotechnology, Documento de Trabajo 93-8*, Muñoz, E. y Espinosa, J. editores, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto de Estudios Sociales Avanzados, IESA, Madrid.
- Albert, A. (1998), *Spanish research groups & enterprises working in Biotechnology 1997*, Albert, A. (ed.), Madrid.
- Allport, F. (1955), *Theories of Perception and the Concept of Structure*, Nueva York, Jhon Wiley & Sons.
- Alonso, J. L., Méndez, R. (coords.) (2000), *Innovación, pequeña empresa y desarrollo local en España*, Cívitas, Madrid.
- Alvarez Palacios, F. et al. (1996), *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Ediciones del Laberinto, Madrid.
- Ames, E. (1961), "Research, invention, development and innovation", *Amer. Econ. Rev.*, vol. 51, n. 3, 370-381.
- Andersen, E. S. (1992), "Approaching National Systems of Innovation", in Bengt-Åke Lundvall (ed.), *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London.
- Andersen, Esben Sloth, y Asger Braendgaard (1992), "Integration, Innovation and Evolution", in Bengt-Åke Lundvall (ed.), *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London.
- Arrow, K. J. (1962), "The Economic Implications of Learning by Doing", *Review of Economic Studies*, vol. 29, 155-173.
- ASEBIO (2000), *Informe ASEBIO 2000*, Asebio (ed.). Madrid
- Ashby, W. R. (1958a), "General Systems Theory as a New Discipline", *General Systems*, 3, 1-6.

- Ashby, W. R. (1962), "Principles of the Self-Organizing System", *Principles of Self-Organization*, H. Von Foerster y G. W. Zopf, Jr., eds., Nueva York, Pergamon Press.
- Ashby, W. R. (mayo 1964), "Constraint Analysis of Many-Dimensional Relations", *Technical Report 2*, Urbana, Electrical Engineering Research Laboratory, University of Illinois.
- Atienza, J. y Luján, J. L. (1997), *La imagen social de las nuevas tecnologías biológicas en España: informe* (resultados del estudio 2213), Centro de Investigaciones Sociológicas, Madrid.
- Ayuntamiento de Madrid (1999), *Alimentos Transgénicos*, Ayuntamiento de Madrid (ed.), Madrid.
- Banco Mundial (varios años), *Informe sobre el desarrollo mundial 19..*, Washington D. C., anual desde 1977.
- Barceló, M. (1993), *Innovació tecnològica i indústria a Catalunya*, La Llar del Libre, Barcelona.
- Barceló, M. (1994), *Innovación tecnológica en la industria: una perspectiva española*, BETA, Barcelona.
- Bas Maestre, F. (1997), "Aspectos económicos de la Biotecnología en Europa y Estados Unidos", *Estudios CEFI*, mayo.
- Bauer, P. T. y Yamey, B. (1958), *Economic analysis and policies in underdeveloped countries*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Bauer, P. T. (1984), *Reality and rhetoric. Studies in the economics of development*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- Bayliss, L. E. (1966), *Living Control Systems*, San Francisco, Freeman.
- Beaud, M. y Dostaler, G. (1993), *La pensée économique depuis Keynes. Historique et dictionnaire des principaux auteurs*, Seuil, París.
- Bertalanffy, L. von (1950a), "The Theory of Open Systems in Physics and Biology", *Science*, 111, 23-29.
- Bertalanffy, L. von, "An Outline of General System Theory", *British Journal of Philosophy of Science*, 1 (1950b), 139-164.
- Bertalanffy, L. von (1955a), "General System Theory", *Main Currents in Modern Thought*, 11, 75-83.
- Bertalanffy, L. von (1962), "General System Theory – A Critical Review", *General Systems*, 7, 1-20.

- Bertalanffy, L. von (1966), "General System Theory and Psychiatry", *American Handbook of Psychiatry*, vol. 3, S. Arieti, (ed.), New York, Basic Books.
- Bertalanffy, L. von, C. G. Hempel, R. E. Bass y H. Jonas (1951), "General System Theory: A New Approach to Unity of Science. I-VI", *Human Biology*, 23, 302-361.
- Bertalanffy, L. von (1968), *General System Theory: Foundations, Development, Applications*.
- Billington, D. P. (1983), *The Tower and the Bridge. The New Art of Structural Engineering*, Basic Books, New York.
- Biotec 88 (1988), *Resúmenes/Abstracts*, Universidad de Barcelona, Barcelona.
- Biotec 90 (1990), *Libro de Resúmenes*, III Congreso Nacional de Biotecnología, Facultad de Ciencias, Universidad de Murcia, Murcia.
- Biotecnología 86 (1986), Resúmenes de los trabajos científicos presentados en la Primera Reunión Nacional de Biotecnología, Departamento de Microbiología, Facultad de Biología, Universidad de León, León.
- Boffey, P. M. (1967), "Systems Analysis: No Panacea for Nation's Domestic Problems", *Science*, 158, 1028-1030.
- Boulding, K. E. (1956a), "Toward a General Theory of Growth", *General Systems*, 1, 66-75.
- Braczyk, H-J., Cooke, P. and Heidenreich, M (eds) (1998). *Regional Innovations Systems*. University College London (UCL Press), London
- Braña, J., Buesa, M., Molero, J. (1984), *El Estado y el cambio tecnológico en la industrialización tardía. Un análisis del cambio español*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Breschi, S. y F. Malerba (1996), "Sectoral Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics, and Spatial Boundaries", in Edquist, C. (ed.), *Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation*, Boston.
- Breschi, S. y F. Malerba (1997), "Sectoral systems of innovation", in Edquist, C. (ed.), *Systems of Innovation: Technology, Institutions and Organisation*, London.
- Brewer, A. (1990), *Marxist theories of imperialism: A critical survey*, Routledge, Londres.
- Buckley, W. (1967), *Sociology and Modern Systems Theory*, Englewood Cliffs, N. J., Prentice Hall.

- Buesa, M. (1993), *La Política Tecnológica en España: Una Evaluación en la Perspectiva del Sistema Productivo*, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad Complutense, Madrid.
- Buesa, M., Molero, J. (1989), *Innovación industrial y dependencia tecnológica de España*, Colección EUDEMA Universidad, Madrid.
- Buesa, M., Molero, J. (1992), *Patrones del Cambio Tecnológico y Política Industrial*, Civitas, Madrid.
- Buesa, M., Molero, J. (1996), *Tamaño empresarial e innovación tecnológica en la economía española*, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Documento de Trabajo 1-1996, Madrid.
- Buesa, M., Molero, J. (1998), *Economía Industrial de España. Organización, Tecnología e Internacionalización*, Civitas, Madrid.
- Bustelo, P. (1998), *Teorías contemporáneas del desarrollo económico*, Editorial Síntesis.
- Carlsson, B. y Jacobsson, S. (1996), "Diversity Creation and Technological Systems: A Technology Policy Perspective", in Edquist, C. (ed.), *Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation*, Boston.
- Carlsson, B. y Stankiewicz, R. (1995), "On the Nature, Function, and Composition of Technological Systems" in Edquist, C. (ed.), *Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation*, Boston.
- Castells, M. et al. (1986), *Nuevas tecnologías, economía y sociedad en España*, Alianza Editorial, 2 vols., Madrid.
- Castells, M. et al. (1986), *El desafío tecnológico: España y las nuevas tecnologías*, Alianza Editorial, Madrid.
- Castillo, A. et al. (1987), *La sociedad española ante las nuevas tecnologías*, Fundesco, Madrid.
- Cea D'Ancona, M. A. (1996), *Metodología cuantitativa. Estrategias y técnicas de investigación social*, Síntesis Sociología, Madrid.
- Chesnais, F. (1992), "National Systems of Innovation, Foreign Direct Investment and the Operations of Multinational Enterprises" in B.-Å. Lundvall (ed.), *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London.

- Chesnais, F. (1993), "The French National System of Innovation", in Nelson, R. R. (ed.), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, New York, Oxford University Press.
- Chorley, R. J. (1964), "Geomorphology and General Systems Theory", *General Systems*, 9, 45-56.
- Christensen, J. (1992), "The role of finance in National Systems of Innovation", in B.-Å. Lundvall (ed.), *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London, Pinter Publishers.
- CDTI (1982), *La innovación industrial y el empleo*, Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), Madrid.
- CDTI (1995), *Sistemas Regionales de Innovación*, Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), Madrid.
- Círculo de empresarios (1995), *Actitud y comportamiento de las grandes empresas españolas ante la innovación*, Círculo de empresarios, publicaciones monográficas, Madrid.
- Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (1997-2000) Indicadores del sistema español de Ciencia y Tecnología, Ministerio de la Presidencia (ed.).
- Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (1999), *Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2000-2003*, Ministerio de la Presidencia (ed.).
- COTEC (1997), *Documento para el Debate sobre el Sistema Español de Innovación*, Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica, Madrid.
- COTEC (1997), *Biotechnología*, Documentos COTEC sobre Oportunidades Tecnológicas, Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica, Madrid.
- COTEC (1998), *El sistema español de innovación. Diagnósticos y recomendaciones*, Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica, Madrid.
- COTEC (1998), *Tecnología e innovación en España*, Informe COTEC 1998, Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica, Madrid.
- Cuerda, J. C., García, A. y Grávalos, E. (2000), *Relaciones Ciencia / Tecnología / Industria en torno a la Biotecnología Vegetal: El caso de Andalucía*, Instituto de Desarrollo Regional, Fundación Universitaria.
- Dalum, B., B. Johnson, y B.-Å. Lundvall (1992), "Public Policy in the Learning Society", in B.-Å. Lundvall (ed.), *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London, Pinter Publishers.

- Debackere, C., Clarysse, B. y Temin, P. (1998), *Innovative productivity of US biopharmaceutical start-ups: insights from industrial organization and strategic management*, working paper nº 98/45, University Gent, Faculty of economic and applied economic sciences, Gent.
- De Lorenzo, V. (1995), “Biotecnología medioambiental: Nuevos abordajes biológicos al problema de los residuos industriales”, en Carrascosa, J. L. y Modrego, A. (eds.), *La Biotecnología y su aplicación industrial en España*, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- De Lorenzo, V. y Rojo, F. (1994), “Ingeniería genética de bacterias para aplicaciones medioambientales”, en Vicente, M. (ed.), *Avances en Ingeniería Genética*, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- De Lorenzo, V., Herrero, M., Sánchez, J. M. y Timmis, K. N. (1998), Minitransposons in microbial ecology and environmental biotechnology, *FEMS Microbiol. Ecology*, 27, 211-224.
- Debackere, K. (1998), *Cluster-based innovation policies: a methodological approach applied to biotechnology in Flanders*, research report nº 9806, K. U. Leuven.
- Díaz, A., Roisinblit, D. (1998), “Las biotecnologías en la industria farmacéutica de América Latina”, en Sasson, A.(ed.), *Biotecnologías aplicadas a la producción de fármacos y vacunas*, Elfos Scientiae, La Habana.
- Díaz, V, Muñoz, E. y Espinosa de los Monteros, J. (2001), *La empresa biotecnológica en España: un primer mapa de un sector innovador*, documento de trabajo CTS 01-01, enero, Unidad de Políticas Comparadas, CSIC, Madrid.
- Díaz, V, Muñoz, E. y Espinosa de los Monteros, J. (2001), “Un primer mapa del sector biotecnológico en España”, *Sistema*, 161, 87-101.
- Díez Nicolas, J. (1976), *Los españoles y la opinión pública*, Editorial Nacional D.L., Madrid.
- Díez Nicolas, J. y Ortega-Costa, J. (1999), *Energía, medio ambiente y sociedad*, Senda Editorial, Madrid.
- Dosi, G. (1982), “Technological Paradigms and Technological Trajectories. A Suggested Interpretation of the Determinants and Direction of Technological Change”, *Research Policy* 11, 147-162.
- Dosi, G. (1988), “Sources, procedures and microeconomic effects of innovation”, *Journal of Economic Literature*, 26, 1120-1171.

- Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R. R., Silverberg, G. y Soete, L. (eds.) (1988), *Technical Change and Economic Theory*, London.
- Dronamraju, K. R. (1998), *Biological and Social Issues in Biotechnology Sharing*, Ashgate Publishing Ltd, Aldershot.
- Durán, A. (coord.) (1999), *Geografía de la innovación: ciencia, tecnología y territorio en España*, Los libros de la catarata, Madrid.
- Edquist, C. (1997), “Systems of Innovation Approaches - Their Emergence and Characteristics”, in Edquist, C. (ed.), *Systems of Innovation: Technology, Institutions and Organisation*, London.
- Edquist, C. (ed.) (1997a), *Systems of Innovation: Technology, Institutions and Organisation*, London, Pinter.
- Edquist, C. y B. Johnson (1997), “Institutions and organisation in systems of innovation”, in Edquist, C. (ed.), *Systems of Innovation: Technology, Institutions and Organisation*, London.
- Edquist C., y B.-Å. Lundvall (1993), “Comparing the Danish and Swedish System of Innovation”, in Nelson, R. R. (ed.), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, New York, Oxford University Press.
- Eliasson, G. y Eliasson, A. (1997), “The Pharmaceutical and Biotechnological Competence Block and the Development of Losec”, in Carlsson (ed.) (1997), *Technological Systems and Industrial Dynamics*, 139-168, Boston.
- Ernst & Young (1995), *The European Industry Annual Report. European Biotech 95. Gathering Momentum*, Ernst & Young International, Londres.
- Ernst & Young (1996), *European Biotechnology 96: Volatility & Value*, Ernst & Young International, Londres.
- Estades, J. y Ramani, S. (1998), “Technological competence and the influence of networks: a comparative analysis of new biotechnology firms in France and Britain”, *Technology Analysis and Strategic Management*, vol. 10, n. 4, 483-496.
- European Commission (multiauthored work) (1999), *Inventory of public biotechnology R&D programmes in Europe*, 3 volúmenes, Office for publications of the European Communities, Luxembourg.
- Fernández, E. (1996), *Innovación, tecnología y alianzas estratégicas: factores claves de la competencia*, Civitas, Madrid.
- Freeman, Ch. (1974), *The Economics of Industrial Innovation*, Penguin Books, Harmondsworth.

- Freeman, Ch. (1979), "The determinants of innovation", *Futures*, June.
- Freeman, Christopher (1987), *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, London.
- Freeman, C. (1992), "Formal scientific and technical institutions in the National Systems of Innovation" in B.-Å. Lundvall (ed.), *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London, Pinter Publishers.
- Freeman, Ch., Soete, L. (1987) "Factor Substitution and Technical Change", in Freeman, Soete (eds.), *Technical Change and Full Employment*, Basil Blackwell, Oxford.
- Freeman, Ch., Soete, L. eds. (1987), *Technical Change and Full Employment*, Basil Blackwell, Oxford.
- Freeman, Ch. (1995), "Technological Revolutions: Historical Analogies", en *The Biotechnology Revolution?*, Fransman, M., Junne, G. y Roobeck, A. editores, Blackwell, Oxford, R. U. Y Cambridge, EE.UU.
- Fundación CEFI (1997), *The Challenges of Biotechnology*, Fundación CEFI, Madrid.
- Gabinete de Biotecnología (1996), *Los retos de la biotecnología*, GABIOTEC, CEFI, Madrid.
- Gabinete de Biotecnología (1998), *Investigación biomédica, ética y sociedad. Un debate en torno a la biotecnología y la salud*, Monografías Gabinete de Biotecnología (GABIOTEC), Madrid.
- Gabinete de Biotecnología (1999), *Promoción y difusión de la biotecnología en España. Un diálogo prospectivo con la Administración*, Monografías Gabinete de Biotecnología, Madrid.
- García Olmedo, F. (1998), *La Tercera Revolución Verde*, Editorial Debate, Madrid.
- García Olmedo, F., Sanz-Magallón, G., y Marín Palma, E. (2001), *La agricultura española ante los retos de la biotecnología*, Instituto de Estudios Económicos, Madrid.
- Gelsing, L. (1989), "Knowledge Networks, Industrial Flexibility, and Innovation", in Borum, F. Y Kristensen, P. H. (eds.), *Technological Innovation and Organizational Change –Danish Patterns of Knowledge, Networks and Culture*. Copenhagen.

- Gelsing, Lars (1992), "Innovation and the Development of Industrial Networks", in B.-Å. Lundvall (ed.), *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London, Pinter Publishers.
- Gereffi, G. (1983), "Dependency theory and third world development", en su libro *The pharmaceutical industry and dependency in the third world*, Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Gibbons, M. Y Johnston, R. D. (1972), *The Interaction of Science and Technology*, Department of Liberal Studies in Science, Universidad de Manchester, mimeo.
- Giner, S., Lamo de Espinosa, E., y Torres, C. (eds.) (1998) *Diccionario de Sociología*, Alianza Editorial, Madrid.
- Gjerding, A. N. (1992), "Work Organisation and the Innovation Design Dilemma", in B.-Å. Lundvall (ed.), *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London, Pinter Publishers.
- Gray, W., Rizzo, N. D.y Duhl, F. D., eds., *General Systems Theory and Psychiatry*, Boston, Little, Brown and Company.
- Gregersen, B. (1992), "The Public Sector as a Pacer in National Systems of Innovation", in B.-Å. Lundvall (ed.), *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London, Pinter Publishers.
- Griffin, K. Y Gurley, J. (1985), "Radical analyses of imperialism, the Third World, and the transition to socialism: A survey article", *Journal of Economic Literature*, vol. 23, September, 1089-1143.
- Guerrieri P. y A. Tylecote (1997), "Interindustry differences in technical change and national patterns of technological accumulations", in Edquist, C., ed. (1997), *Systems of Innovation: Technology, Institutions and Organisation*, London.
- Haire, M. (1959), Biological Models and Empirical Histories of the Growth of Organizations", *Modern Organization Theory*, M. Haire, (ed.), Nueva York, John Wiley & Sons, 272-306.
- Haldi, J., Withcomb, D. (1967), "Economies of Scale in Industrial Plants", *Journal of Industrial Economics*, 2.
- Hall, A. D. y Fagen, R. E. (1956), "Definition of System", *General Systems*, 1, 18-29.
- Hakansson, H. y Lundgren , A. (1995), "Industrial networks and technological innovation", in Moller, K., y Wilson, D. (eds.) (1995), *Business marketing: an interaction and network perspective*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

- Hakansson, P., Kjellgerg, H. Y Lundgren, A. (1993), "Strategic alliances in global biotechnology – a network approach", *International Business Review*, vol. 2, n. 1, 65-82.
- Hart, H. (1959), "Social Theory and Social Change", en L. Gross, (ed.), *Symposium on Sociological Theory*, Evanston, Row, Peterson, 196-238.
- Hessen, B. (1931), "The social and economic roots of Newton's Principia", en N. Bukharin (ed.) (1971), *Science at the Cross-roads*, Cass.
- Hippel von, E. (1988), *The sources of innovation*, New York, Oxford University Press.
- Hirschman, A. O. (1980), "The rise and decline in development economics", en Gersovitz, M. et al. (eds.) *The theory and experience of economic development. Essays in Honour of Sir W. Arthur Lewis*, Allen and Unwin, Londres.
- INE (1999 y 2000), *Estadística sobre las actividades en Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (I+D) 1997, 1998 y 1999*, INE, Madrid.
- Instituto Madrileño de Desarrollo (1995), *La industria y los empresarios madrileños ante la innovación tecnológica*, IMADE, Madrid.
- Jewkes, J., Sawers, D, y Stillerman, R. (1958), *The Sources of Invention*, Macmillan (ed. rev. 1969).
- Johnson, B. (1992), "Institutional Learning", in B.-Å. Lundvall (ed.), *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London.
- Jones, R. W. y Gray, J. S. (1963), "System Theory and Physiological Processes", *Science*, 140, 461-466.
- Keck, O. (1993), "The national system of technical innovation in Germany", in Nelson, R. R. (ed.), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, New York, Oxford University Press.
- Keynes, J. M. (1936), *General Theory of Employment, Interest and Money*, Macmillan.
- Kline, S. J. (1985), "Innovation is not a Linear Process", *Research Management*, 4.
- Klir, G. J. (1968), *An Approach to General Systems Theory*, Princeton (N. J.), Nostrand.
- Kroeber, A. L. y Kluckhohn, C. (1963), *Culture. A Critical Review of Concepts and Definitions*, Nueva York, Vintage.
- Lafuente, A., Salas, V., Yagüe, Ma. J. (1985), *Productividad, capital tecnológico e investigación en la economía española*, Servicio de Publicaciones de Miner, Madrid.

- Lamo de Espinosa, E. (1990), *La sociedad reflexiva: sujeto y objeto del conocimiento sociológico*. Centro de Investigaciones Sociológicas, Siglo XXI de España, Madrid.
- Lamo de Espinosa, E. (1996), *Sociedades de cultura, sociedades de ciencia: Ensayos sobre la condición moderna*, Nobel, Oviedo.
- Lamo de Espinosa, E. y Rodríguez, J.E., (1993), *Problemas de teoría social contemporánea*, Centro de Investigaciones Sociológicas, Madrid.
- Lamo de Espinosa, E., González, J.M. y Torres, C. (1994), *La sociología del conocimiento y de la ciencia*, Alianza, Madrid.
- Larraín, J. (1991), "Classical political economists and Marx on colonialism and backward nations", *World Development*, vol. 19, n. 2/3, 225-243.
- Lechuga, L. y de Lorenzo, V. (1996), El uso de biosensores en medicina y medio ambiente, *Fronteras de la Ciencia y la Tecnología*, n. 12, 18-21.
- Levidow, L. et al. (1996), "Regulating agricultural biotechnology in Europe: harmonisation difficulties, opportunities, dilemmas", *Science and Public Policy*, vol. 23, n. 3, 135-157.
- Levidow, L. y Carr, S. (1996), "UK: disputing boundaries of biotechnology regulation", *Science and Public Policy*, vol. 23, n. 3, 164-170.
- Lewis, W. A. (1988), "The roots of development theory", en Chenery, H. B. y Srinivasan, T. N. (eds.), *Handbook of development economics*, North Holland, Amsterdam.
- Leys, C. (1996), *The rise and fall of development theory*, James Currey, Londres.
- Lipietz, A. (1985), *Mirages et miracles. Problèmes de l'industrialisation dans le Tiers Monde*, La Découverte, París.
- López Carrascosa, J. (1994), *La biotecnología y su aplicación industrial en España*, Madrid.
- López Cerezo, J., y Sánchez Ron, J. M. (eds.), (2001), *Ciencia, Tecnología, Sociedad y Cultura en el cambio de siglo*, Biblioteca Nueva, Madrid.
- López López, A. (1990), *La Comunidad Europea y la conservación de la naturaleza*, Universidad Complutense de Madrid: Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza, Madrid.
- López López, A. (1990), *El espacio ambiental europeo*, Universidad Complutense; Instituto Nacional del Consumo D.L., Madrid.

- López López, A. (1990), *Introducción a la sociología ambiental y del consumo*, Universidad Complutense; Instituto Nacional del Consumo D.L., Madrid.
- Luján, J. L. y Moreno, L. (1994), “Biotechnología y Sociedad: Conflicto, Desarrollo y Regulación”, *Arbor*, vol. 585, 9-47.
- Luján, J. L. y Moreno, L. (1994), “Public perception of Biotechnology and Genetic Engineering in Spain: Tendencies and ambivalence”, *Technology in Society*, vol. 16, 335-355.
- Luján, J. L., Martínez, F. y Moreno, L. (1996), *La Biotechnología y los expertos. Aproximación a la percepción de la biotecnología y la ingeniería genética entre colectivos de expertos*, Fundación CEFI, Madrid.
- Luján, J. L., Mirabal, O., Borrillo, D., Santesmases, M. J. y Muñoz, E. (1996), “Spain: transposing EC biotechnology Directives through negotiation”, *Science and Public Policy*, vol. 23, n. 3, 181-184.
- Lundvall, B.-Å. (1988), “Innovation as an Interactive Process - from User-Producer Interaction to the National System of Innovation” in Dosi, G. et al. (eds.), *Technical Change and Economic Theory*, London.
- Lundvall, B.-Å. (1992), “Introduction”, in B.-Å. Lundvall (ed.), *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London.
- Lundvall, B.-Å., (ed.) (1992a), *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London.
- Lundvall, B.-Å. (1992b), “User-Producer Relationships, National Systems of Innovation and Internationalisation”, in B.-Å. Lundvall (ed.), *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London.
- Maccia, E. S. y Maccia, G. S. (1966), *Development of Educational Theory Derived from Three Educational Theory Models*, Project 5-0638, Columbus, Ohio, The Ohio Research Foundation.
- Malerba, F. (1993), “The national system of innovation: Italy”, in Nelson, R. R. (ed.), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, New York, Oxford University Press.
- Malerba, F. y L. Orsenigo (1996), “Schumpeterian Patterns of Innovation are Technology- specific”, *Research Policy*, 25, 451-478.
- Malerba, F. y L. Orsenigo (1997), “Technological Regimes and Sectoral Patterns of Innovative Activities”, *Industrial and Corporate Change*, 6 (1), 83-117.

- Malerba, F., Orsenigo, L. y Peretto, P. (1997), "Persistence of innovative activities, sectoral patterns of innovations and international technological specialisation", *International Journal of Industrial Organization*, 15, 801-826.
- Malthus, R. (1798), *Ensayo sobre el principio de población*, edición traducida Primer ensayo sobre la población, Alianza Editorial, Madrid, 1966.
- Martin, C., Romero, L. R. (1977), *Cambio técnico y dependencia tecnológica. El caso de España*, Fundación del INI, Madrid.
- Marx, K. y Engels, F. (1847), *Manifiesto Comunista*.
- Marx, K. (1867), *El Capital, crítica de la economía política*, primer volumen.
- Marx, K. (1975/81), *El Capital*, 8 vols., Siglo XXI, Madrid.
- Marx, K. (1932), *La ideología alemana*.
- Mayor Zaragoza, F. (1989), *Resistencias a la innovación de sistemas complejos*, Instituto de Ciencias del Hombre, D. L., Madrid.
- McClelland, C. A. (1958), "Systems and History in International Relations – Some Perspectives for Empirical Research and Theory", *General Systems*, 3, 221-247.
- McKelvey, M. (1997), "Using Evolutionary Theory to Define Systems of Innovation", in Edquist, C. (ed.), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organisations*, London.
- Meier, G. M. (1994a), "The progressive state in classical economics", en Meier, G. M. (ed.), *From classical economics to development economics*, MacMillan, Londres.
- Meier, G. M. (1994b), "From colonial economics to development economics", en Meier, G. M. (ed.), *From classical economics to development economics*, MacMillan, Londres.
- Meier, G. M. y Baldwin, R. E. (1957), *Economic development: theory, history, policy*, Wiley, Nueva York.
- Meier, G. M. y Seers, D. (eds.) (1984), *Pioneers in Development*, Oxford University Press, Nueva York.
- Mesarovic, M. D. (1964), "Foundations for a General Systems Theory", *Views on General Systems Theory*, M. S. Mesarovic, (ed.), Nueva York, John Wiley & Sons, 1-24.
- Miller, J. (1955), "Towards a General Theory for the Behavioral Sciences", *American Psychol.*, 10, 513-531.

- Ministerio de Industria y Energía (1997), *La industria española ante el proceso de innovación*, Colección Informes y Estudios, Miner, Madrid.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1998 y 2000), *La agricultura, la pesca y la alimentación en España 1998, y 1999*, MAPA, Madrid.
- Molero, J. (1983), *Tecnología e industrialización*, Pirámide, Madrid.
- Molero, J. (1994) “Desarrollos actuales de la teoría del cambio tecnológico: tipologías y modelos organizativos”, *Innovación y Política Tecnológica*, Revista ICE, n. 726, febrero, 7-22.
- Molero, J. et al. (1997), *La innovación tecnológica en la empresa española: resultados de la encuesta IAIF-CDTI*, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Documento de Trabajo 5-1997, Madrid.
- Molero, J. (coord.) (2000), *Competencia global y cambio tecnológico: un desafío para la economía española*, Pirámide, Madrid.
- Moso Díez, M. (1999), *Origen y evolución de las políticas científicas y tecnológicas en la Comunidad Autónoma del País Vasco (1980-1998)*, Tesis doctoral dirigida por M. Olazarán, Universidad del País Vasco, Departamento de Ciencia Política, Bilbao.
- Mowery, D. y N. Rosenberg (1993), “The US National Innovation System” in Nelson, R. R. (ed.), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, New York, Oxford University Press.
- Muñoz, E. (1994), *Una visión de la biotecnología. Principios, políticas y problemas*, Fondo de Investigación Sanitaria, Madrid.
- Muñoz, E. (1997), *Biotecnología, Industria y Sociedad. El caso español*, Gabinete de Biotecnología, Madrid.
- Muñoz, E. (1998), *La biotecnología ante su espejo. Sociedad, Industria, Desarrollo y Medio Ambiente. Tres imágenes (1997-1998)*, Documento de Trabajo 98-14, Instituto de Estudios Sociales Avanzados, CSIC, Madrid.
- Muñoz, E. (1999), “Biotecnología y cuestiones éticas”, *Temas para el Debate*, n. 57-58, 31-34.
- Muñoz, E. (1999), “Percepción social de la biotecnología: un nuevo instrumento para la toma de decisiones”, *Revista de Derecho y Genoma Humano*, n. 10, 195-208.
- Muñoz, E. (1999), “Relación entre biotecnología y medio ambiente. Una visión desde la complejidad”, *Ludus Vitalis*, vol. VII, n. 11, 193-208.

- Muñoz, E. (2000), “Los cultivos modificados genéticamente y sus repercusiones sociopolíticas”, *Phytoma*, n. 120, 99-103.
- Muñoz, E. (2000) “Evaluación de las nuevas tecnologías”, *Sostenible*, n. 2, abril, 44-58.
- Muñoz, E., Espinosa de los Monteros, J. y Díaz, V. (2000), *Technology, innovation and economy in Spain: national and regional influences*, Documento de Trabajo 00-03, Unidad de Políticas Comparadas, CSIC, Madrid.
- Muñoz, E., Espinosa de los Monteros, J. y Díaz, V. (2000), *Innovation policy and the concept of National System of Innovation in the Spanish context: are they ghost images or real entities?*, Documento de Trabajo 00-14, Unidad de Políticas Comparadas, CSIC, Madrid.
- Muñoz, E., Ornia, F. (1986), *Ciencia y Tecnología: una oportunidad para España*, Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid.
- Musson, A. E., y Robinson, E. (1969), *Science and Technology in the Industrial Revolution*, Manchester University Press.
- Myint, H. (1987), “The neoclassical resurgence in development economics: Its strenght and limitations”, en Meier, G. M. (ed.), *From classical economics to development economics*, MacMillan, Londres.
- Nelson, R. R. (ed.) (1993), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, New York, Oxford University Press.
- Nelson, R. R. y N. Rosenberg (1993), “Technical innovation and national systems”, in Nelson, R. R. (ed.), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, New York, Oxford University Press.
- Nelson, R. R. y S. Winter (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Massachusetts, The Belknap Press of Harward University Press.
- North, D. (1990), *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Odagiri, H. y A. Koto (1993), “The Japanese System of Innovation: Past, Present, and Future”, in Nelson, R. R., ed. (1993), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, New York, Oxford University Press.
- OECD, (1997), *National Innovation Systems*, OECD, Paris.
- Olazarán, M. (1996), *La controversia de los perceptores (1950-1990): Un estudio de caso en sociología de la ciencia*, Servicio editorial de la Universidad del País Vasco, Bilbao.

- Olazarán, M. (2001), *Sistemas regionales de innovación*, Servicio editorial de la Universidad del País Vasco, EHU.
- Ollero, A., Luque, A., Millán, G. (coords.) (1998), *Ciencia y tecnología en España: bases para una política*, Fundación para el Análisis y los Estudios Sociales, Madrid.
- Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (1970), *Informe y recomendaciones sobre la política científica de España*, Organización de Cooperación y Desarrollo Económico.
- Palma Martos, L. (1988), *Teoría económica, innovación tecnológica y estructuras del mercado*, Universidad de Sevilla, Colección Tesis Doctorales.
- Parsons, T. (1957), *The Social System*, Nueva York, Free Press.
- Pavitt, K. (1984), "Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory", *Research Policy*, 13, 343-373.
- Pavitt, K. (1985), "Technology Transfer among the Industrially Advanced Countries: An Overview", in Rosenberg, N., Frischtak, C. (eds.), *International Technology Transfer: Concepts, Measures and Comparison*, Praeger, New York.
- Price, D. J. de Solla (1965), "Is technology historically independent of science?", *Technology and Culture*, vol. VI, n. 4, 553.
- Quintanilla, M.A. (1981), *Fundamentos de lógica y teoría de la ciencia*, Ediciones Universidad de Salamanca, Biblioteca de la Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Salamanca, Salamanca.
- Quintanilla, M.A. (1982), *Seminario de teoría de la ciencia (1978-1979)*, compilado por M.A. Quintanilla, Ediciones Universidad de Salamanca, Salamanca.
- Quintanilla, M.A. (1989), *Evaluación parlamentaria de las opciones científicas y tecnológicas. Seminario internacional*, Centro de Estudios Constitucionales, Madrid.
- Rama, R. (1992), *Investing in food*, Development Centre Studies, OECD, París.
- Rama, R. (1999), *Industria agroalimentaria: innovación y globalización*, Banco Nacional de Comercio Exterior, México.
- Ramírez- Faria, C. (1991), *The origins of economic inequality between nations: A critique of western theories of development and underdevelopment*. Unwin Hyman, Londres.
- Rapoport, A. (1966), "Mathematical Aspects of General Systems Theory", *General Systems*, 11, 3-11.

- Rapoport, A. y J. Horvarth (1959), "Thoughts on Organization Theory and a Review of Two Conferences", *General Systems*, 4, 87-93.
- Reiss, T., Hullmann, A., Jungmittag, A. y Strauss, E. (1998), *International Change in Industrial Innovation --Case Study Pharmaceuticals*. Ongoing ISI project.
- Ricardo, D. (1817), *Principios de economía política y tributación*, edición traducida, México, FCE, 1973.
- Ricyt (2000) *El estado de la ciencia. Principales indicadores de Ciencia y Tecnología*, RICYT, Buenos Aires.
- Rodríguez, O. (1980), *La teoría del subdesarrollo de la CEPAL*, Siglo XXI, México D.F.
- Rosenberg, N. (1991), "Critical issues in science policy research", *Science and Public Policy*, vol. 18, number 6, pages 335-346.
- Riechmann, J. (1999), *Argumentos recombinantes sobre cultivos y alimentos transgénicos*, Departamento Confederal de Medio Ambiente de CC.OO, Área de Medio Ambiente de la Fundación 1º de Mayo, Madrid.
- Riechmann, J. (2000), *Cultivos y alimentos transgénicos: una guía crítica*, Los libros de la catarata, Madrid.
- Rosenberg, N. (1976), *Perspectives on Technology*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Rosenberg, Nathan (1982), *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Rosenberg, N. (1986), "The Impact of Technological Innovation: A Historical View", in Landau, Rosenberg (eds.), *The Positive Sun Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*, National Academy Press, Washington, D. C.
- Rosenbrock, H. H. (1967), "On Linear System Theory", *Proceedings of the IEEE*, 114, 1353-1359.
- Rostow, W. W. (1990), *Theorists of economic growth from David Hume to the present*, Oxford University Press, Nueva York.
- Sánchez Ron, J. M. (1998), *Falsos mitos: Ciencia vs. Tecnología: reflexiones sobre política científica*, Fundación Repsol, Madrid.
- Sánchez Ron, J. M. (1999), *Cinzel, martillo y piedra: historia de la ciencia en España (siglos XIX y XX)*, Taurus, Madrid.
- Sánchez Ron, J. M. (2000), *El siglo de la ciencia*, Taurus, Madrid.

- Sanmartín, J. (1987), *Los nuevos redentores: reflexiones sobre la ingeniería genética, la sociobiología y el mundo feliz que nos prometen*, Anthropos, Barcelona.
- Sanmartín, J. et al. (1992), *Estudios sobre sociedad y tecnología*, Anthropos, Barcelona.
- Sanmartín, J. e Hronsky, I. (1994), *Superando fronteras: Estudios europeos de ciencia, tecnología, sociedad y evolución de tecnologías*, Anthropos, Barcelona.
- Santesmases, M. J. y Muñoz, E. (1993), “Las primeras décadas del Consejo Superior de Investigaciones Científicas: una introducción a la política científica del régimen franquista”, *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, n. 16, 73-94.
- Santesmases, M. J. y Muñoz, E. (1997), *Establecimiento de la bioquímica y la biología molecular en España*, Fundación Ramón Areces, Madrid.
- Sanz Cañada, J. (1993), *Industria agroalimentaria y desarrollo regional*, serie Estudios, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- Sanz Menéndez, L. (1995), “Policy choices, institutional constraints and policy learning: the Spanish science and technology policy in the eighties”, *International Journal of Technology Management*, vol. 10, 622-641.
- Sanz Menéndez, L. (1996), “La construcción institucional de la política científica y tecnológica en el franquismo”, *REDES*, vol. III, n. 6, 77-123.
- Sanz Menéndez, L. (1997), *Estado, ciencia y tecnología en España: 1939-1997*, Alianza Editorial, Madrid.
- Sasson, A. (1998), *Biotechnologías aplicadas a la producción de fármacos y vacunas*, Elfos Scientiae, La Habana.
- Scott, W. G. (1963), “Organization Theory: An Overview and an Appraisal”, *Organizations: Structure and Behavior*, J. Litterer, (ed.), Nueva York, John Wiley & Sons.
- Schmookler, J. (1962), “Economic Sources of Inventive Activities”, *Economic Journal*, March.
- Schumpeter, J. A. (1911), *The Theory of Economics Development*, Harvard U. P., Mass.
- Schumpeter, J. (1942), *Capitalism, Socialism and Democracy*, Harper & Row.
- Senent-Josa, J. (1977), *Miseria y dependencia científica en España*, Laila, Barcelona.
- Senker, J. (1998), *Biotechnology and Competitive Advantage. Europe's Firms and the US Challenge*. (J. Senker, ed.), E. Igar, Cheltenham, U. K., Northampton, MA, USA.
- Shanin, T. (ed.) (1984) *Late Marx and the russian road*. Routledge, Londres.
- Shaw, L. (1965), “System Theory”, *Science*, 149, 1005.

- Shohet, S. y Prevezer, M. (1996), "UK biotechnology: institutional linkages, technology transfer and the role of intermediaries", *R&D Management*, vol. 26, n. 3, 283-298.
- Smith, A. (1776), *La riqueza de las naciones*, edición española en Alianza Editorial, Madrid, 1994.
- Smith, J. E. (1996), *Biotechnology*, Third edition, Cambridge University Press, Nueva York, Melbourne.
- Smith, K. (1997), "Economic infrastructures and innovation systems", en Edquist, C. (ed.), *Systems of Innovation: Technology, Institutions and Organisation*, London, Pinter.
- Sociedad Española de Biotecnología (2000), *La biotecnología aplicada a la Agricultura*, Eumedia (ed.), Colección Vida Rural, Madrid.
- Sociedad Española de Biotecnología (2000), *Plantas transgénicas [preguntas y respuestas]*, Sebiot, Madrid.
- Sorokin, P. A. (1964), *Contemporary Sociological Theories*, Nueva York, Harper Torchbooks.
- Sorokin, P. A. (1966), *Sociological Theories of Today*, Nueva York-Londres, Harper & Row.
- Streeten, P. (1979), "From growth to basic needs", *Finance and Development*, vol. 16, n. 3, September, 28-31.
- Sunkel, O. (1994), "La crisis social de América Latina: una perspectiva neoestructuralista", en Contreras, C. (comp.) *El desarrollo social, tarea de todos*, Comisión Sudamericana de Paz, Seguridad y Democracia, Santiago de Chile.
- Suris i Jorda, J. M. (1986), *La empresa industrial española ante la innovación tecnológica*, Hispano Europea, Barcelona.
- Taylor, L. (1983), *Macromodels for developing countries*, McGrawHill, Nueva York.
- Taylor, L. (1983), *Structural macroeconomics: Models for the Third World*, Basic Books, Nueva York.
- Taylor, L. (1983), *Structuralist macroeconomics: Applicable models for the Third World*, Basic Books, Nueva York.
- Taylor, L. (1993), "Stabilization, adjustment and reform", en Taylor, L. (ed.) *The rocky road to reform. Adjustment, income distribution, and growth in the developing world*, The MIT Press, Cambridge.

- Thirlwall, A. P. (1987), “Keynes, economic development and the developing countries”, en Thirlwall, A. P. (ed.), *Keynes and economic development*, MacMillan, Londres.
- Tortosa, J. M. (1992), *Sociología del sistema mundial*, Tecnos, Madrid.
- Torres, C. (1994), *Sociología política de la ciencia*, Siglo XXI, Madrid.
- Tribiño, S. E. M. G. (1946), “Una nueva orientación de la filosofía biológica: el organicismo de Luis Bertalanffy; primer premio Miguel Cané”, *Cursos y Conferencias*, Buenos Aires, 28.
- Utterback, J. M. (1994), *Mastering the Dynamics of Innovation*, Havard Business School, Boston.
- Vegara, J. M. (1989), *Ensayos económicos sobre innovación tecnológica*, Alianza Economía y Finanzas, Madrid.
- Vence Deza, X. (1995), *Economía de la innovación y del cambio tecnológico: una revisión crítica*, Siglo XXI, Madrid.
- Von Hippel, E. (1988), *The sources of innovation*, New York, Oxford University Press.
- Walker, W. (1993), “National Innovation Systems: Britain”, in Nelson, R. R. (ed.), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, New York, Oxford University Press.
- Werner, H. (1957b), “The Concept of Development from a Comparative and Organismic Point of View”, *The Concept of Development*, Dale Harris, (ed.), Minneapolis, University of Minnessota Press.

Apéndice I

Cuestionario utilizado para el análisis cuantitativo del sector industrial español

**ESTUDIO Y ANÁLISIS PROSPECTIVO DE LA BIOTECNOLOGÍA Y SU
APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA ESPAÑOLA**

Entendemos por biotecnología el empleo de las capacidades de los organismos y de los seres vivos en su sentido más amplio, con el objetivo de obtener nuevos productos, su modificación o la mejora de procesos. Entre estos organismos se encuentran los microorganismos (bacterias, levaduras, hongos, etc), plantas y animales, además de sus derivados. La biotecnología contempla también los procesos clásicos de fermentación, conservación, transformación con o sin aditivos (edulcorantes, saborizantes, conservantes, etc.). En esta definición aparece representada, pues, tanto la biotecnología tradicional como la más moderna y avanzada y ninguna de las dos debe ser excluyente.

1. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

1. Tipo de empresa:

- 1. Pública
- 2. Privada nacional
- 3. Privada multinacional

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

2. Tipo de empresa:

- 1. Independiente
- 2. Forma parte de un grupo de empresas

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>



2a. Relación con el grupo:

- 1. Empresa matriz
- 2. Empresa filial
- 3. Empresa conjunta
- 4. Empresa asociada

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

3. Sólo si forma parte de un grupo. Sede central:

- 1. España
- 2. Otros países de la UE
- 3. Otros países europeos
- 4. Resto de países. Cítelos.....

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

4. ¿Considera que la actividad principal de su empresa está directamente relacionada con la biotecnología o, por el contrario, tiene un campo de acción diversificado, donde la biotecnología es considerada como una actividad más? (Marque sólo una respuesta, la que proceda)

- 1. Biotecnología como actividad principal
- 2. La biotecnología es una actividad más y no la principal
- 3. No realiza actividades en biotecnología

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

5. Sector de actividad de la empresa (marque sólo la que proceda):

- 1. Sanidad Humana
- 2. Sanidad Animal
- 3. Agricultura
- 4. Alimentación
- 5. Procesos industriales
- 6. Medio Ambiente
- 7. Suministros
- 8. Otro. Cítelo.....

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

6. Indique, en los cuadros adjuntos y utilizando los códigos que aparecen en la tarjeta 1 al final del documento, el segmento de mercado en el que opera su empresa:

1. 2. 3.

7. Año de inicio de la actividad principal y de la actividad en biotecnología

1. De la actividad principal 2. De la actividad en biotecnología

8. Número actual de empleados y titulados superiores en la empresa.

1. N° total de empleados 2. N° titulados superiores

9. La evolución del número de empleados y titulados superiores en los últimos tres años ha sido (marque sólo la que proceda para cada uno de los colectivos):

	1. Empleados	2. Titulados superiores
1. Creciente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Decreciente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Sin crecimiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. Cifra de negocios y su porcentaje en relación a las actividades en biotecnología durante los años 1997 y 1998

	1. 1997	2. 1998
1. Cifra de negocios	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2. Porcentaje de esa cifra que corresponde a las actividades de biotecnología	<input type="text"/>	<input type="text"/>

11. ¿Exporta? 11.a Volumen de exportaciones 11.b % en relación a la biotecnología

	1997	1998	1997	1998
1. Si	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2. No				

12. Sólo para los que exportan. Países a los que exporta productos **biotecnológicos**. Puede marcar varias posibilidades.

1. Países UE 2. Resto países europeos 3. Resto países

2. ACTIVIDAD INNOVADORA Y DE I + D EN LA EMPRESA

Se define la innovación como los mecanismos por los cuales las empresas asimilan y ponen en práctica cambios en el diseño de procesos, fabricación de productos, cambios organizativos o estrategias en la empresa (nuevos proveedores, nuevos mercados, colaboraciones con empresas o clientes, etc) y la compra de tecnología.

13. ¿Ha realizado actividades innovadoras y de I + D en el campo de la biotecnología en el período 95-98?

	1.Si	2.No
1. De proceso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. De producto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

En el caso de que su empresa no realice actividades de innovación pase a la P. 33

Sólo en caso de que realice actividades innovadoras o de I + D en biotecnología

14. Las realiza de forma (marque sólo la que proceda): 1. Esporádica u ocasional
2. Sistemática

15. Gasto realizado en estas actividades durante los años 1997 y 1998 y porcentaje del mismo en relación a las actividades de biotecnología

1. Gasto 1997 2. Gasto 1998 3. % Biotec 1997 4. % Biotec 1998

16. Origen del gasto en actividades de **innovación e I + D** sólo en el sector de la biotecnología (puede marcar varias opciones):

- 1. Gastos internos en I+D
- 2. Gastos externos en I+D
- 3. Gastos para adquisición de tecnología inmaterial (patentes, marcas, etc)
- 4. Gastos para adquisición de maquinaria y equipo
- 5. Gastos en diseño e ingeniería industrial
- 6. Comercialización de nuevos productos
- 7. Gastos de formación relacionados con nuevos productos o procesos

17. El gasto realizado en innovación o I+D en biotecnología ¿qué impacto económico ha tenido sobre el volumen de facturación o de negocio y en el de exportaciones?

- 1. Incremento del % en el volumen de facturación
- 2. Incremento del % en el volumen de exportación
- 3. No ha supuesto el incremento ni de la facturación ni de las exportaciones

18. Fuentes de financiación de las actividades de innovación o I+D sólo en biotecnología (puede marcar varias opciones)

- 1. Fondos propios
- 2. De otras empresas
- 3. De la Administración Pública Central
- 4. De la Administración Autonómica
- 5. De instituciones privadas sin ánimo de lucro (fundaciones)
- 6. Del extranjero
- 7. Otros. Cítelos.....

19. ¿Ha participado su empresa en programas nacionales o internacionales relacionados con proyectos de investigación en biotecnología?

- | | 1. Si | 2. No | 3. Año/s |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| 1. Planes Nacionales | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> |
| 2. Planes Autonómicos | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> |
| 3. Programas UE | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> |
| 4. Otros programas internacionales | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> |
| 5. Otros. Cítelos..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> |

20. Número de personas y de titulados superiores dedicados a actividades de innovación o de I+D y porcentaje de ellos dedicados a actividades de biotecnología en 1998

1. Nº empleados 2. % Empleados a Biotec. 3. Nº Tit. Superiores 4. % Tit. Superior.

21. Evolución durante el período 1995-98 de los dedicados a innovación o I + D en biotecnología

1. Empleados 2. Titulados Superiores

- | | | |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. Creciente | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Decreciente | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Sin crecimiento | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

22. Marque las innovaciones realizadas por su empresa en el campo de la biotecnología

1. Innovación tecnológica. Período 1997-98

- | | |
|--|--------------------------|
| 1. Productos nuevos introducidos y fabricados por la empresa | <input type="checkbox"/> |
| 2. Productos sensiblemente mejorados y fabricados por la empresa | <input type="checkbox"/> |
| 3. Productos ligeramente modificados o sin alterar y fabricados por la empresa | <input type="checkbox"/> |
| 4. Otros. Cítelos..... | <input type="checkbox"/> |

2. Innovación no tecnológica. Período 1997-98

- | | |
|---|--------------------------|
| 1. Ha cambiado significativamente su estructura organizativa | <input type="checkbox"/> |
| 2. Ha puesto en práctica técnicas de gestión avanzadas | <input type="checkbox"/> |
| 3. Ha puesto en práctica una nueva orientación estratégica | <input type="checkbox"/> |
| 4. Ha adquirido nuevo equipo no relacionado con nuevos productos o procesos | <input type="checkbox"/> |
| 5. Otros. Cítelos..... | <input type="checkbox"/> |

23. Valore, según las prioridades de la empresa en referencia a la innovaciones o actividades de I + D realizadas en biotecnología, todos y cada uno de los objetivos citados a continuación y perseguidos en dicha actividad, utilizando, para ello, una escala entre 1 y 5 donde:

5 = Muy Importante 4 = Importante 3 = Importancia media
2 = Poco Importante 1 = Nada Importante

- | | |
|---|--------------------------|
| 1. Reemplazar los productos suprimidos | <input type="checkbox"/> |
| 2. Extender la gama de productos | <input type="checkbox"/> |
| 3. Aumentar o mantener la cuota de mercado | <input type="checkbox"/> |
| 4. Abrir mercados en España | <input type="checkbox"/> |
| 5. Abrir mercados en otros países de la UE | <input type="checkbox"/> |
| 6. Abrir mercados en otros países europeos | <input type="checkbox"/> |
| 7. Abrir mercados en EE.UU | <input type="checkbox"/> |
| 8. Abrir mercados en otros países | <input type="checkbox"/> |
| 9. Mejorar la calidad del producto | <input type="checkbox"/> |
| 10. Diversificar la producción dentro de la línea principal | <input type="checkbox"/> |
| 11. Reducir costes salariales | <input type="checkbox"/> |
| 12. Reducir costes de materiales | <input type="checkbox"/> |
| 13. Reducir costes de energía | <input type="checkbox"/> |
| 14. Reducir el impacto medioambiental | <input type="checkbox"/> |

- 15. Reducir tiempo de fabricación
- 16. Reducir pagos por transferencia de tecnología al exterior
- 17. Mejorar las condiciones de trabajo
- 18. Mejorar la flexibilidad de la producción
- 19. Aumentar la seguridad
- 20. Otros. Cítelos.....

24. Valore, según la procedencia de las ideas innovadoras o de I + D para el desarrollo de estas actividades en su empresa, todas las categorías que se presentan a continuación, utilizando, para ello, una escala entre 1 y 5 donde:

5 = Muy Importante 4 = Importante 3 = Importancia media
 2 = Poco Importante 1 = Nada Importante

1. Internas

- 1. Dirección general
- 2. Departamento de I+D
- 3. Departamento de producción
- 4. Departamento comercial (marketing)

2. Externas

- | | | | |
|-------------------------------------|--|--------------------------------------|--|
| 1. Clientes | <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> | 7. Consultoras | <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> |
| 2. Ferias y exposiciones | | 8. Patentes | |
| 3. Proveedores de equipos | | 9. Centros Públicos de Investigación | |
| 4. Proveedores de material | | 10. Universidades | |
| 5. Conferencias, jornadas, revistas | | 11. Asociaciones de Investigación | |
| 6. Competencia | | 12. Institutos Técnicos | |

25. ¿Ha cooperado su empresa con otras instituciones para la realización de actividades de innovación o I + D en el sector de la biotecnología en el período 1997-98?

España Países UE Otros europeos Otros países

- 1. Empresas del mismo grupo
- 2. Clientes
- 3. Proveedores
- 4. Otras empresas del sector
- 5. Empresas conjuntas
- 6. Expertos y firmas consultoras
- 7. Otras empresas ajenas al sector
- 8. Organismos públicos de investig.
- 9. Universidades
- 10. Asociaciones de investigación
- 11. Otros. Cítelas.....

<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
--	--	--	--

26. ¿Ha desarrollado su empresa nuevos productos biotecnológicos en el período 95-98?

1. Si	<input type="checkbox"/>	26.b Indique el número de nuevos productos desarrollados 1. De forma interna en la propia empresa y sin colaboración 2. En colaboración con otros centros o empresas	<input type="checkbox"/>
2. No	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

27. Sólo en el caso de que su empresa haya desarrollado nuevos productos en el período 95-98 y estos hayan sido realizados en colaboración, indique el número de colaboraciones realizadas con cada una de las empresas o instituciones citadas a continuación

	España	Países UE	Otros europeos	Otros países
<input type="checkbox"/> 1. Empresas del mismo grupo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 2. Clientes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 3. Proveedores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 4. Competidores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 5. Empresas conjuntas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 6. Expertos y firmas consultoras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 7. Otras empresas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 8. Organismos públicos investigación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 9. Universidades	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 10. Asociaciones de investigación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 11. Otros. Cítelas.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



28. Sólo para los que han desarrollado productos en colaboración con otras entidades. Ordene, en el margen izquierdo de la pregunta anterior y según importancia en el desarrollo de sus productos (donde 1 es el más importante), las colaboraciones que han resultado más decisivas en dicha actividad

29. En el desarrollo de sus actividades de innovación o de I + D en el campo de la biotecnología y haciendo de nuevo referencia a las colaboraciones mantenidas con otras entidades durante el período 95-98, diría que estas han tenido una evolución de

	1. Intenso	2. Moderado
1. Crecimiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Decrecimiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Sin crecimiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

30. ¿Ha adquirido o vendido su empresa nueva tecnología? (Marque lo que proceda).

A= Adquirido España Países UE Otros europeos Otros países
V= Vendido A V A V A V A V

1. Equipos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. I+D contratada fuera de la empresa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Servicios de consultoría	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Contratación de personal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Comunicaciones y formación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

31. Valore, desde la propia experiencia de su empresa, los factores que dificultan la actividad innovadora (valore todos los indicados, por favor), utilizando, para ello, una escala entre 1 y 5, donde:

5 = Máximas Dificultades 4 = Grandes Dificultades 3 = Dificultades medias
2 = Escasas Dificultades 1 = Ninguna Dificultad

1. Factores económicos
1. Los riesgos se consideran excesivos
 2. Falta de fuentes financiadoras
 3. Período de rentabilidad largo
 4. Coste de la innovación elevado
 5. Otros. Cítelos.....

2. Factores empresariales
1. Potencial innovador insuficiente (I+D, personal, etc)
 2. Reducido gasto en I+D
 3. Falta de personal cualificado
 4. Falta de cooperación interdepartamental (técnica y de producción)
 5. Falta de infraestructura
 6. Falta de información sobre biotecnología
 7. Gastos de innovación difíciles de controlar
 8. Falta de apoyo de la alta dirección
 9. Otros. Cítelos.....

3. Factores externos
1. Reglamentación, legislación, normas
 2. Falta de interés de los consumidores a nuevos productos
 3. Falta de información sobre el mercado
 4. Falta de servicios técnicos externos
 5. Facilidad de copia
 6. Incertidumbre del proceso de innovación
 7. Falta de oportunidades de cooperación
 8. Otros. Cítelos.....

32. Valore, desde la propia experiencia de su empresa, todos los factores que contribuyen al éxito de las actividades innovadoras, utilizando, para ello, una escala entre 1 y 5, donde:

5 = Máxima Importancia 4 = Gran Importancia 3 = Importancia media
 2 = Escasa Importancia 1 = Ninguna Importancia

1. Internos
1. Compromiso de la alta dirección
 2. Cultura innovadora de la empresa
 3. Cooperación interdepartamental
 4. Contribuciones individuales
 5. Sistema de incentivos
 6. Otros. Cítelos.....

2. Externos
1. Cooperación con proveedores
 2. Cooperación con clientes
 3. Cooperación con otras empresas
 4. Cooperación con centros de investigación
 5. Programas de innovación apoyados por la Administración
 6. Cooperación con Universidades
 7. Otros. Cítelos.....

Como ya hemos visto en la amplia definición de biotecnología que se hacía al comienzo de la encuesta existen, actualmente, dos concepciones diferentes: la tradicional y la moderna. Por ejemplo, la obtención de quesos, vinos, yoghurt, etc. debe ser considerada como tradicional siempre que no incluya organismos modificados genéticamente. En caso contrario, estaríamos en el desarrollo de la biotecnología moderna.

33. ¿La biotecnología que utiliza su empresa se sitúa en la concepción más tradicional o en su nuevo concepto? (marque sólo una respuesta, la que proceda).

1. Biotecnología tradicional 2. Nueva biotecnología

34. Indique, según su opinión, los factores que favorecerían una mayor actividad innovadora o de I+D en biotecnología

35. Indique, según su opinión, los factores que dificultan el desarrollo de actividades innovadoras o de I+D en biotecnología

36. Indique, según su opinión, las reformas legales, en lo que a normativa se refiere, que deben adoptarse para potenciar el desarrollo de la innovación en biotecnología

TARJETA 1. SEGMENTO DE MERCADO

1. TERAPÉUTICO: CUIDADO DE SALUD HUMANA Y/O ANIMAL

- 1.1 Producción de proteínas idénticas obtenidas por aislamiento
- 1.2 Producción de otras proteínas con posible actividad terapéutica
- 1.3 Vacunas
- 1.4 Vacunas DNA
- 1.5 Péptidos y pequeñas moléculas
- 1.6 Terapia génica

2. OTROS CUIDADOS DE SALUD

- 2.1 Materiales de diagnóstico
 - 2.1.1 Anticuerpos monoclonales
 - 2.1.2 Pruebas DNA
 - 2.1.3 Otros estudios genéticos
- 2.2 Sistemas de liberación de drogas
- 2.3 Diseño de drogas

3. INDUSTRIAS SUMINISTRADORAS

- 3.1 Productos de bajo peso molecular
 - 3.1.1 Antibióticos, pequeños péptidos
 - 3.1.2 Otros fármacos
 - 3.1.3 Química fina y síntesis de intermedios
 - 3.1.4 Aditivos y ayudas en los sistemas de procesos
- 3.2 Productos de alto peso molecular
 - 3.2.1 Enzimas
 - 3.2.2 Polisacáridos
 - 3.2.3 Polímeros biodegradables
- 3.3 Tecnología de fermentación
- 3.4 Biotransformaciones
- 3.5 Procedimientos de “aguas abajo”
- 3.6 Biominería

4. AGROALIMENTACIÓN: PLANTAS

- 4.1 Biopesticidas
- 4.2 Biofertilizantes
- 4.3 Diagnóstico de enfermedades de plantas
- 4.4 Propagación de plantas
- 4.5 Plantas transgénicas
 - 4.5.1 Nuevas propiedades
 - 4.5.2 Resistencia a agentes

5. AGROALIMENTACIÓN: ANIMALES

- 5.1 Animales transgénicos
 - 5.1.1 Incremento de la producción
 - 5.1.2 Resistencia a enfermedades
 - 5.1.3 Bioreactores
 - 5.1.4 Modelos de enfermedades

6. ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE

6.1 Conservación de recursos genéticos

6.1.1 Detección o identificación por genética molecular de organismos

6.1.2 Taxonomía

6.1.3 Exploración y protección de la biodiversidad

6.2 Combustibles de recursos renovables

6.3 Prevención de la polución

6.4 Investigación prenormativa

6.4.1 Degradación de compuestos xenobióticos

6.4.2 Transferencia e intercambio genético con otros organismos

6.5 Bioremediación

6.6 Implicaciones ecológicas/ valoración de la bioseguridad

7. ASPECTOS BÁSICOS

7.1 Fabricas microbiales

7.2 Biología y cultivo de plantas

7.3 Biología celular animal

7.4 Análisis genómico

7.4.1 Organización genómica

7.4.2 Secuenciación

7.4.3 Búsqueda de función

7.4.4 Circuitos de señal o reguladores

7.5 Biología estructural

7.5.1 Mejora de técnicas para la estructura

7.5.2 Entidades bioquímicas con funciones dirigidas

7.6 Investigación cerebral

8. BIOTECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

8.1 Aspectos éticos, sociales y legales

8.2 Percepción pública

8.3 Impacto socioeconómico

Apéndice II

Relación de asociaciones e interlocutores entrevistados del sector agroalimentario.

1. Asociación española de fabricantes de caldos y sopas. D. Agustín Roqué.
2. Asociación española de fragancias y aromas alimentarios. D. Fernando González Hervada.
3. Asociación española de la industria de zumos y concentrados de frutos cítricos y sus productos derivados (AIZCE). D. Víctor Pérez.
4. Asociación nacional de empresas para el fomento de oleaginosas nacional y su extracción (AFOEX). D. Federico Pino.
5. Asociación profesional de fabricantes de galletas de España. Angel Martín.
6. Confederación empresarial de Cerveceros de España. D. Jacobo Olalla.
7. Confederación española de fabricantes de alimentos compuestos para animales. D. Pablo Aguirre.
8. Federación nacional de asociaciones de fabricantes de conservas, semiconservas y salazones de pescados y mariscos. D. Juan Vieites.

Apéndice III

Guión de las entrevistas realizadas a las asociaciones del subsector agroalimentario

1. ¿Realizan las empresas de su asociación innovaciones?.
2. ¿De qué tipo?. ¿De proceso o de producto?. ¿Qué innovaciones?.
3. ¿Cuál es el origen de los fondos destinados a investigación, desarrollo e innovación?.
4. ¿Participan en programas nacionales o internacionales relacionados con proyectos de investigación?. ¿En cuáles?.
5. ¿Colaboran con otras instituciones en el desarrollo de las innovaciones?. ¿Con cuáles?.
6. ¿Qué tipo de biotecnología emplean (tradicional o nueva biotecnología)?.
7. ¿Fabrican y/o comercializan productos biotecnológicos?.
8. ¿Qué influencia ejercen los distintos actores sociales (asociación de consumidores, medios de comunicación, científicos, ecologistas, etc) en la estrategia empresarial sobre la incorporación de la biotecnología (moderna principalmente) a los procesos de producción y a los productos?.
9. ¿Cómo afectan las campañas de difusión en la actitud del consumidor final?.
10. ¿Existen problemas reales de aceptación social de los productos biotecnológicos?.
11. ¿Qué problemas se detectan en las relaciones existentes entre las empresas y la biotecnología?.

Apéndice IV

Expertos entrevistados

1. D. Jaime Costa. Monsanto Agricultura España, S.L.
2. Dña. Carmen Fenoll. Departamento de Medio Ambiente de la Universidad de Castilla La Mancha.
3. D. Francisco Bas. ASEBIO (Asociación Española de Bioempresas).
4. D. Miguel Vega García. Círculo de Innovación en Biotecnología de la Comunidad de Madrid (cibt).
5. D. Pere Puigdomènech. Instituto de Biología Molecular de Barcelona.
6. D. Víctor de Lorenzo. Centro Nacional de Biotecnología (CNB).
7. D. Angel María Villarejo. Capital Riesgo Madrid.
8. D. Rafael Urrialde. Puleva. Anteriormente representante de la Unión de Consumidores de España.
9. D. Daniel Ramón. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos de Valencia.
10. D. Fernando Royo. GENZYME, S.L.

Apéndice V

Tablas y Gráficos complementarios de los Capítulos 3, 4 y 5

Tabla 3.1.- Indicadores de ciencia y tecnología. Gasto en I+D (1990 - 1998)

Gastos		1990	1998
Gasto en I+D (millones de ptas)		425.829	726.264
% en relación al PIB		0,85	0,89
Gasto en I+D por habitante		100,1	146,6
Gasto en I+D por investigador a jornada completa (EJC)		103,2	95,6
% Gastos en I+D por sector de financiación	Admin. Pública	45,0	42,7
	Empresas	47,4	49,8
	Enseñanza Superior	-	-
	Org. sin fines de lucro	0,8	0,8
	Extranjero	6,8	6,7
% Gastos en I+D por sector de ejecución	Admin. Pública	21,3	16,3
	Empresas	57,8	52,1
	Enseñanza Superior	20,4	30,5
	Org. sin fines de lucro	0,5	1,1
	Extranjero	-	-
Fuente: Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Interamericanos. 2000. Elaboración propia			

Tabla 3.2.- Indicadores de ciencia y tecnología. Recursos humanos en I+D

Recursos humanos		1990		1996	
		Total	EJC	Total	EJC
Personal en ciencia y tecnología	Investigadores (1)	66.582	37.676	192.100	51.633
	Becarios postdoctoral	-	-	-	-
	Técnicos	45.000	32.008	47.000	35.631
	Servicios	-	-	-	-
Recursos humanos		1995		1996	
Investigadores por población activa (0/00)		4,44	2,51	6,43	3,25
Recursos humanos		1990		1993	
Personal según sexo (%)	Investigadores Muj.- Homb	26,1 - 73,9	-	27,5 - 72,5	-
	Becarios postdoctoral Muj.- Homb.	-	-	-	-
	Técnicos Muj. - Homb.	27,2 - 72,8	-	33,2 - 66,7	-
	Servicios Muj. - Homb.	-	-	-	-
Recursos humanos		1990		1996	
Investigadores por sector (%)	Gobierno	23,0	20,0	-	18,0
	Industrias	30,0	29,0	-	21,0
	Educación Superior	46,0	50,0	-	60,0
	Organismos sin ánimo de lucro	1,0	1,0	-	1,0
Recursos humanos		1991		1996	
Graduados universitarios por especialidades	Ciencias Naturales +Mat.	8.174		10.574	
	Ing. and Tecnología	14.448		26.651	
	Cienc. Médicas	16.164		19.196	
	Cienc. Agrícolas (2)	-		-	
	Cienc. Sociales	63.960		98.658	
	Humanidades	15.858		15.558	
	Total	118.604		170.637	
Doctores por especialidades	Ciencias Naturales + Mat.	2.772		3.158	
	Ing. and Tecnología	301		580	
	Cienc. Médicas	-		-	
	Cienc. Agrícolas. (2)	-		-	
	Cienc. Sociales	634		1.109	
	Humanidades	965		987	
	Total	4.672		5.834	
Fuente: Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología . Iberoamericanos/Interamericanos. 2000 Elaboración propia					
1) Los investigadores incluyen becarios pre y post doctorales . 2) Ingeniería y Tecnología incluyen los graduados en ciencias agrícolas.					

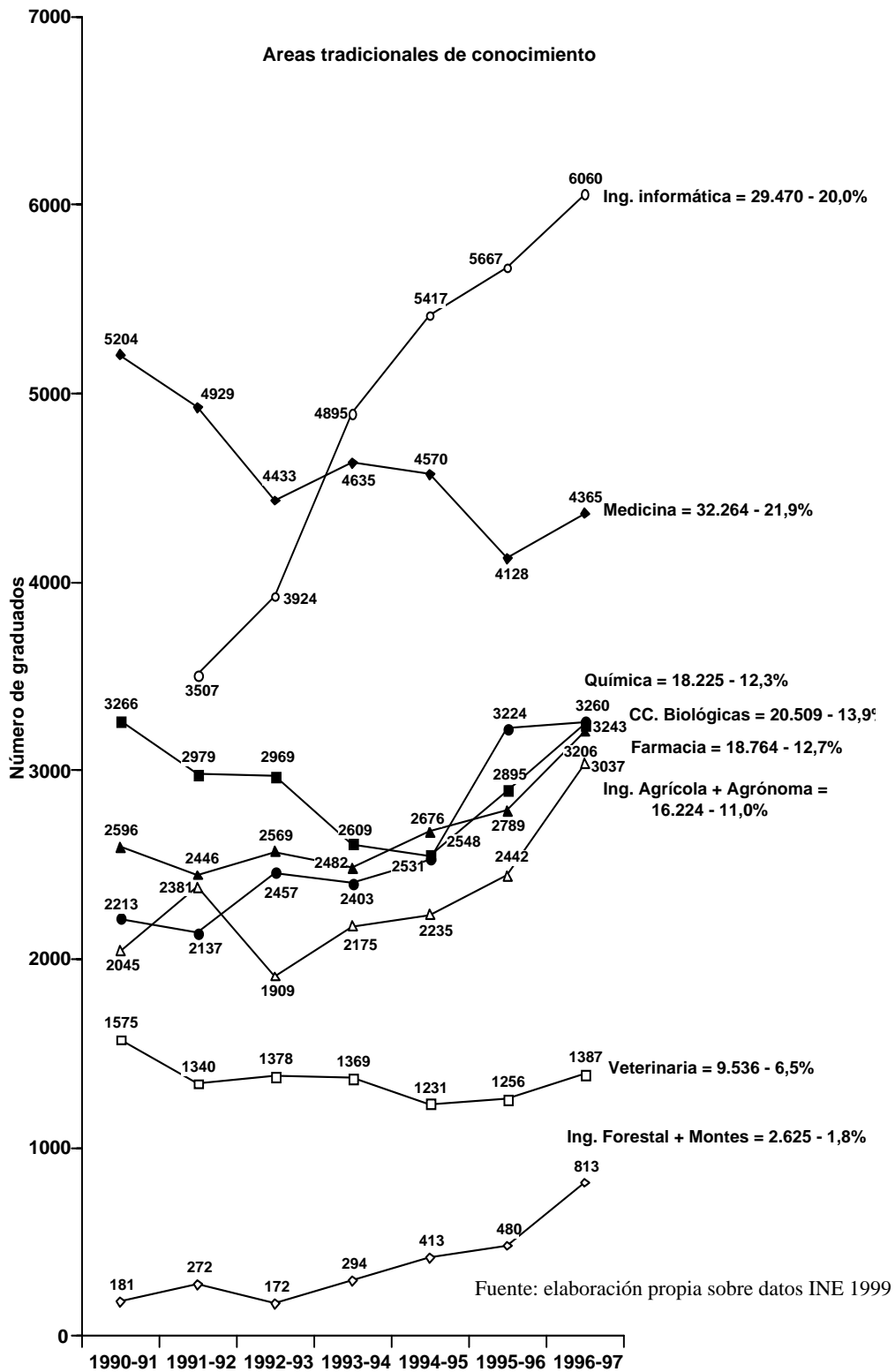
Tabla 3.3.- Indicadores de ciencia y tecnología. Patentes (1990 - 1998)

		1990	1998
Patentes solicitadas	Residentes	2.297	2.656
	No-residentes	28.184	69.169
	Total	30.481	71.825
Tasa de dependencia (Patentes solicitadas por no-residentes / residentes)		12,3	26,0
Tasa de autosuficiencia (Patentes solicitadas por residentes / no-residentes)		0,1	0,0
Coeficiente de invención (Patentes solicitadas por residentes / 100.000 habitantes)		5,9	6,8
Fuente: Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos. 2000 Elaboración propia			

Tabla 3.4.- Indicadores de ciencia y tecnología. Publicaciones (1998)

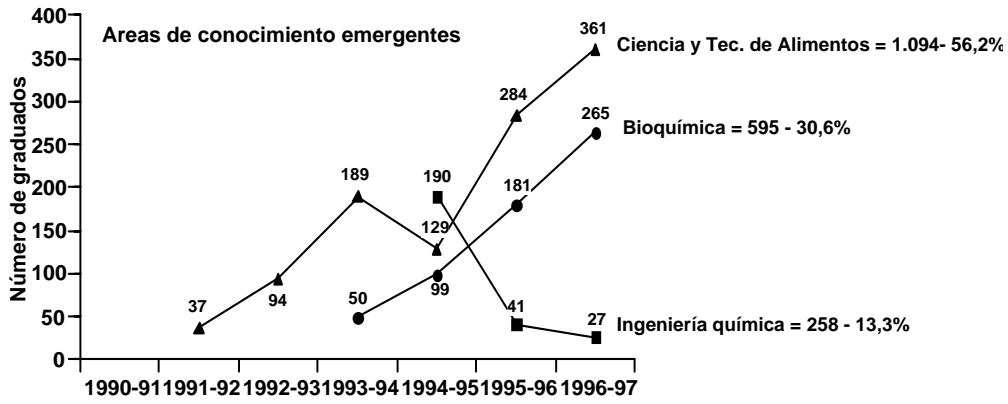
Publicaciones españolas en 1998	Bases de datos	
	Scisearch	Pascal
Total	23.780	13.457
% sobre el total mundial	2,514	2,634
Por cada 100.000 habitantes	60,4	34,2
En relación al PIB (mil millones de \$)	36,5	20,7
En relación al gasto en I+D (millones de \$)	4,1	2,3
Número de publicaciones por cada 100 investigadores	39,5	22,3
Fuente: Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos.2000. Elaboración propia		

Figura 3.1.A.- Evolución del número de nuevos licenciados en el periodo 1990 - 1997.



Número de graduados en las áreas tradicionales de conocimiento relacionadas con la biotecnología en el periodo 1990-97 = 147.617 - 100%

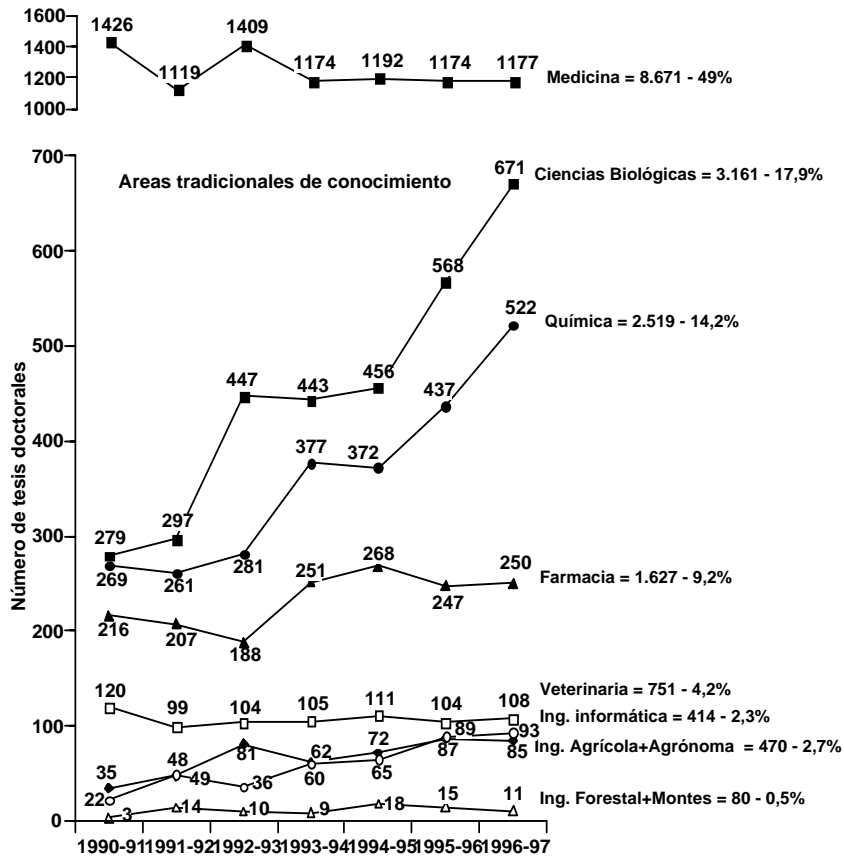
Figura 3.1.B.- Evolución del número de nuevos licenciados en el periodo 1990 - 1997.



Número de graduados en las áreas de conocimiento emergentes relacionadas con la biotecnología en el periodo 1990-97 = 1.947 - 100%

Fuente: elaboración propia sobre datos INE 1999

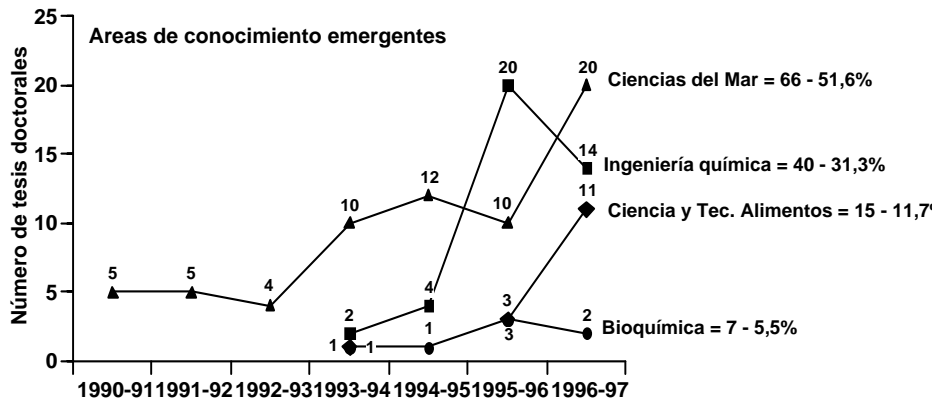
Figura 3.2.A.- Número de tesis doctorales aprobadas y su evolución en el periodo 1990 - 1997.



Número de tesis doctorales en las áreas tradicionales de conocimiento relacionadas con la biotecnología en el periodo 1990-97 = 17.693 - 100%

Fuente: Elaboración propia sobre datos INE 1999

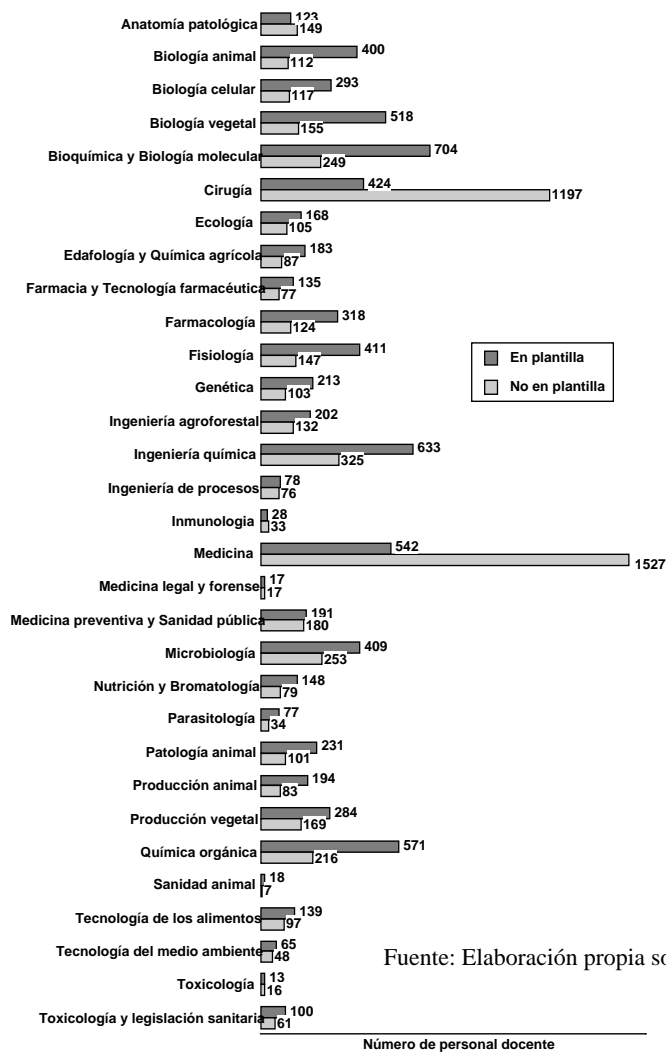
Figura 3.2.B.- Número de tesis doctorales aprobadas y su evolución en el periodo 1990 - 1997.



Número de tesis doctorales en las áreas de conocimiento relacionadas con la biotecnología en el periodo 1990-97 = 128 - 100%

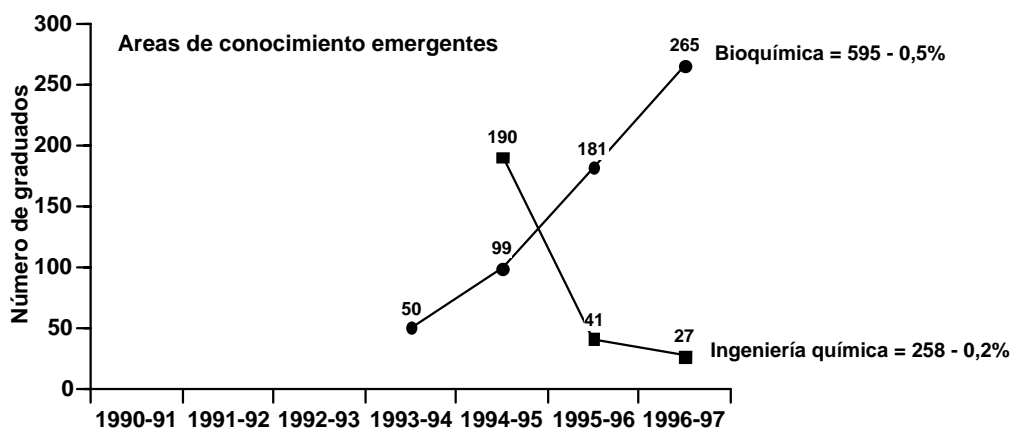
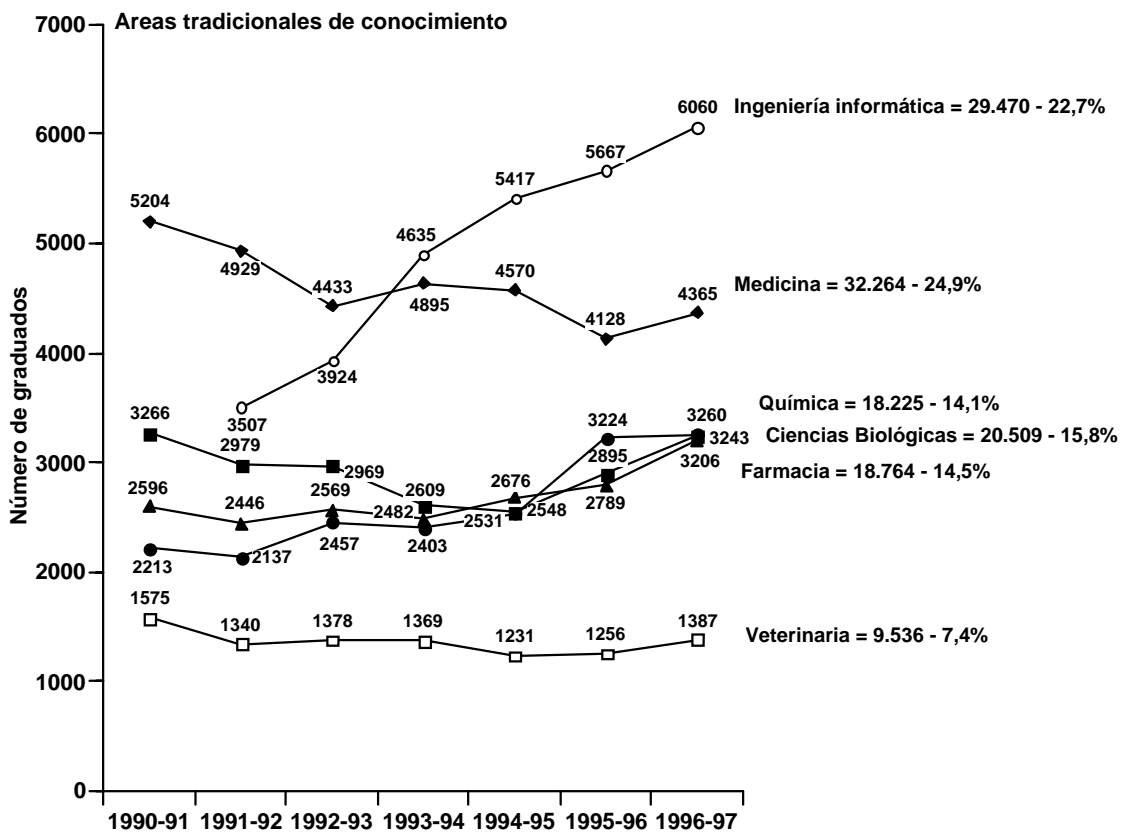
Fuente: Elaboración propia sobre datos INE 1999

Figura 3.3.- Personal docente de las universidades públicas en el curso académico 1997 - 1998.



Fuente: Elaboración propia sobre datos INE 2000

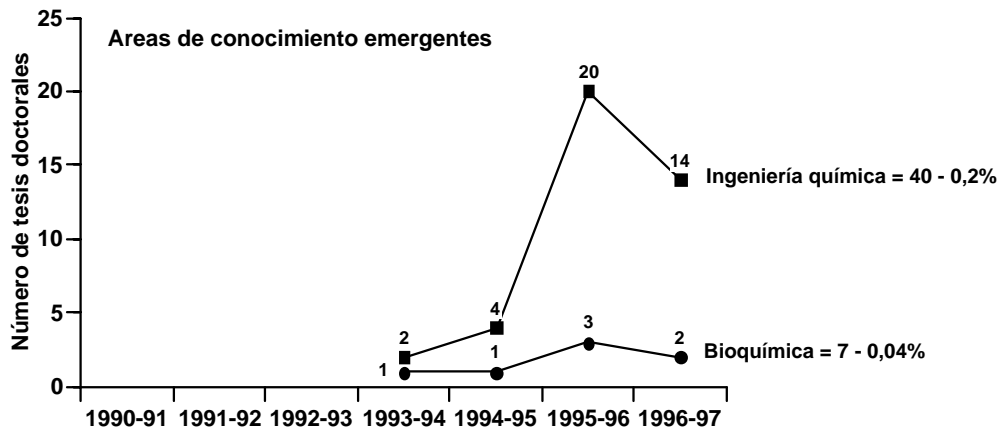
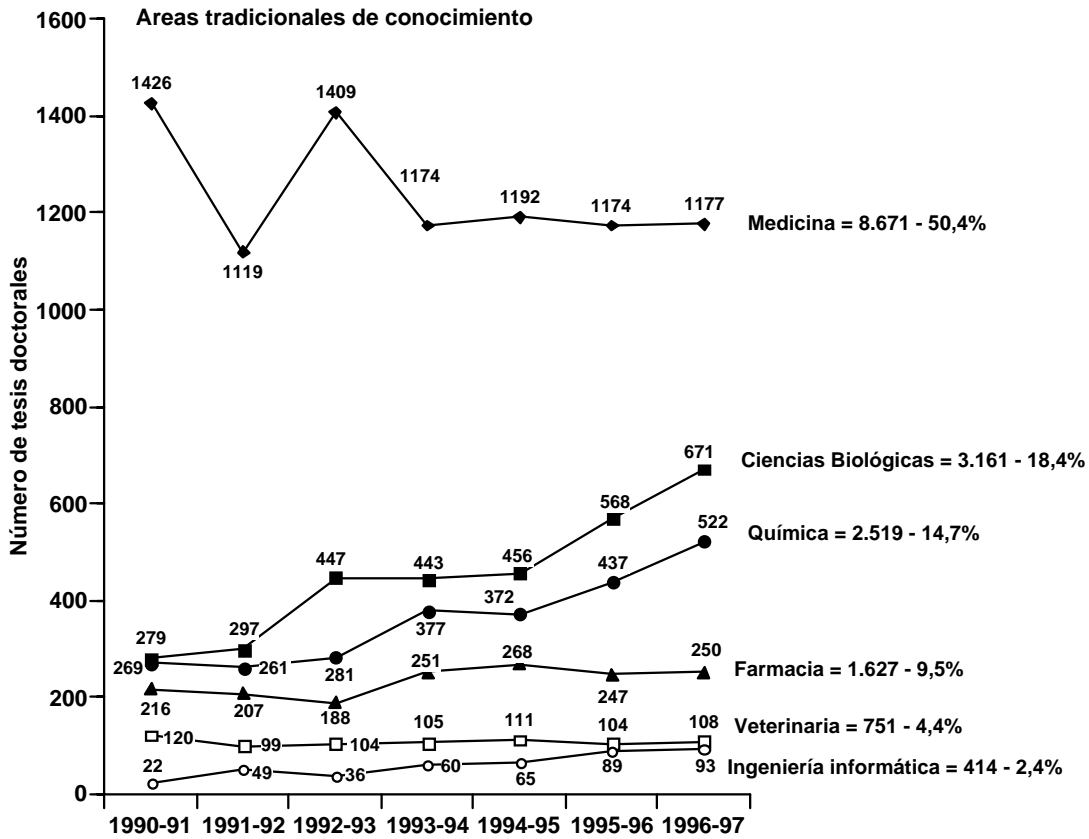
Figura 4.1.- Evolución del número de nuevos licenciados en el período 1990-1997



Número de graduados en las áreas de conocimiento relacionadas con la biotecnología en el periodo 1990-97 = 129.621 - 100%

Fuente: Estadística de la Enseñanza Superior en España 1997-1998, INE. Elaboración propia

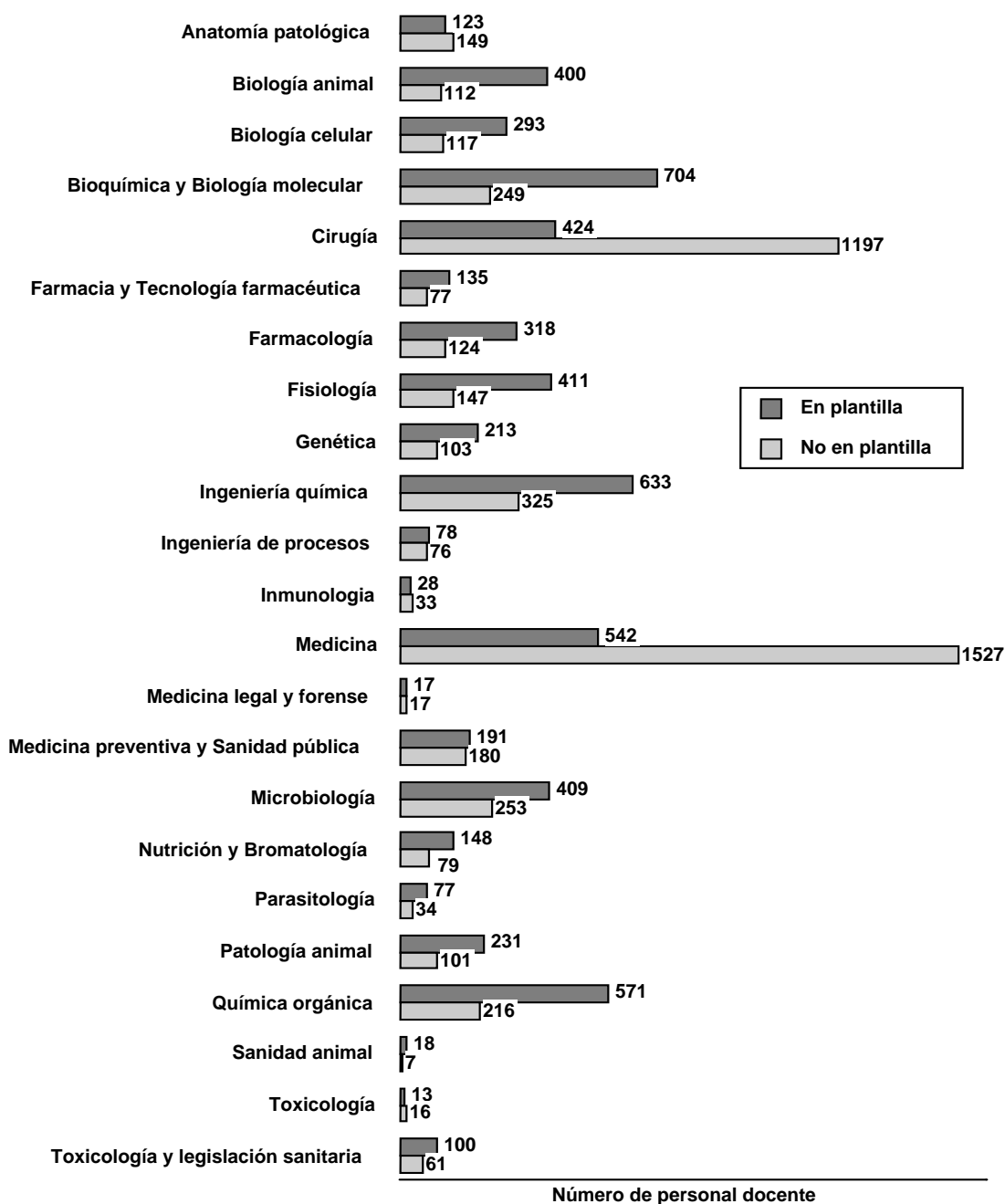
Figura 4.2.- Número de Tesis Doctorales aprobadas y su evolución en el período 1990-1997



Número de tesis doctorales en las áreas de conocimiento relacionadas con la biotecnología en el período 1990-97 = 17.190 - 100%

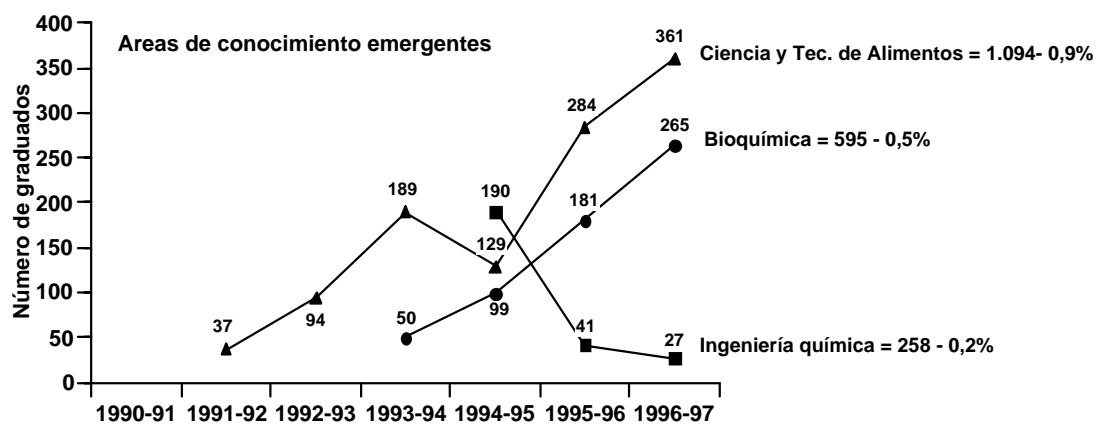
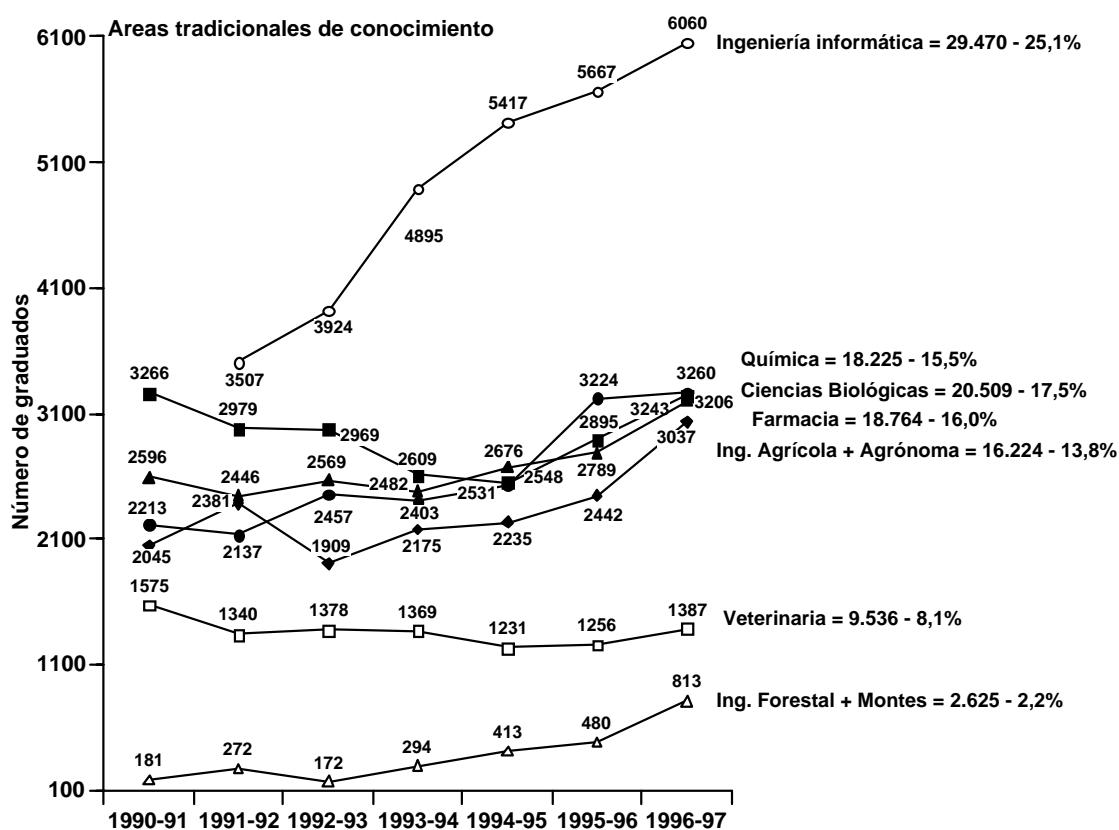
Fuente: Estadística de la Enseñanza Superior en España 1997-1998, INE. Elaboración propia

Figura 4.3.- Personal docente de las Universidades Públicas en el curso académico 1997-1998



Fuente: Estadística de la Enseñanza Superior en España 1997-1998, INE. Elaboración propia

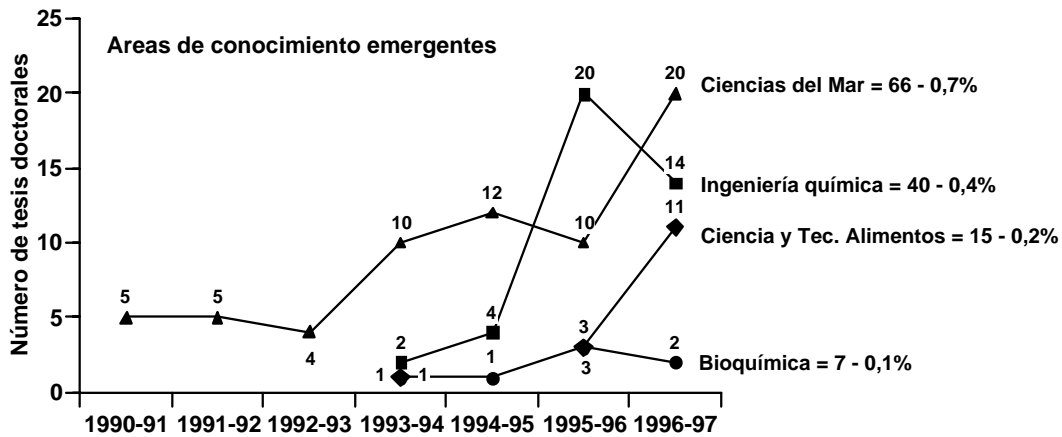
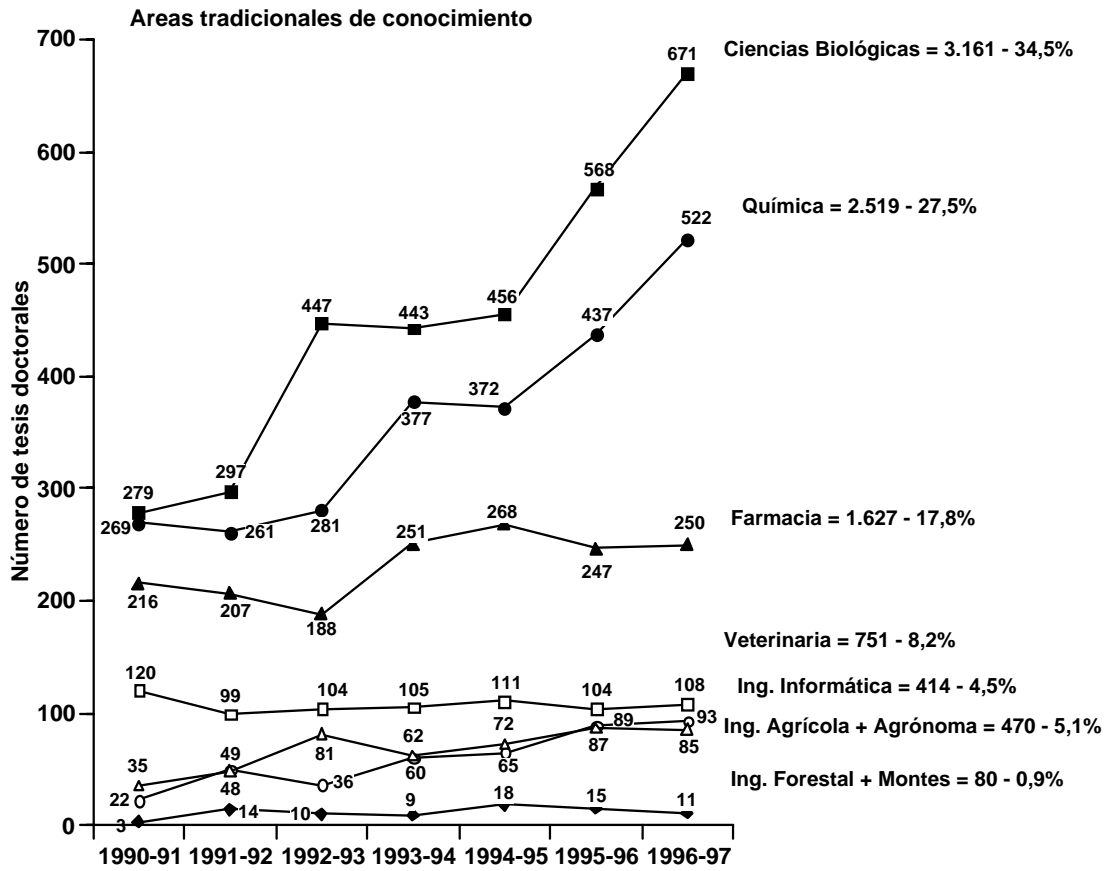
Figura 5.1.- Evolución de los graduados en España (sector agroalimentario) en los campos de conocimiento tradicionales y emergentes.



Número de graduados en las áreas de conocimiento relacionadas con la biotecnología en el periodo 1990-97 = 117.300 - 100%

Fuente: Estadística de la Enseñanza Superior en España 1997-98, INE. Elaboración propia

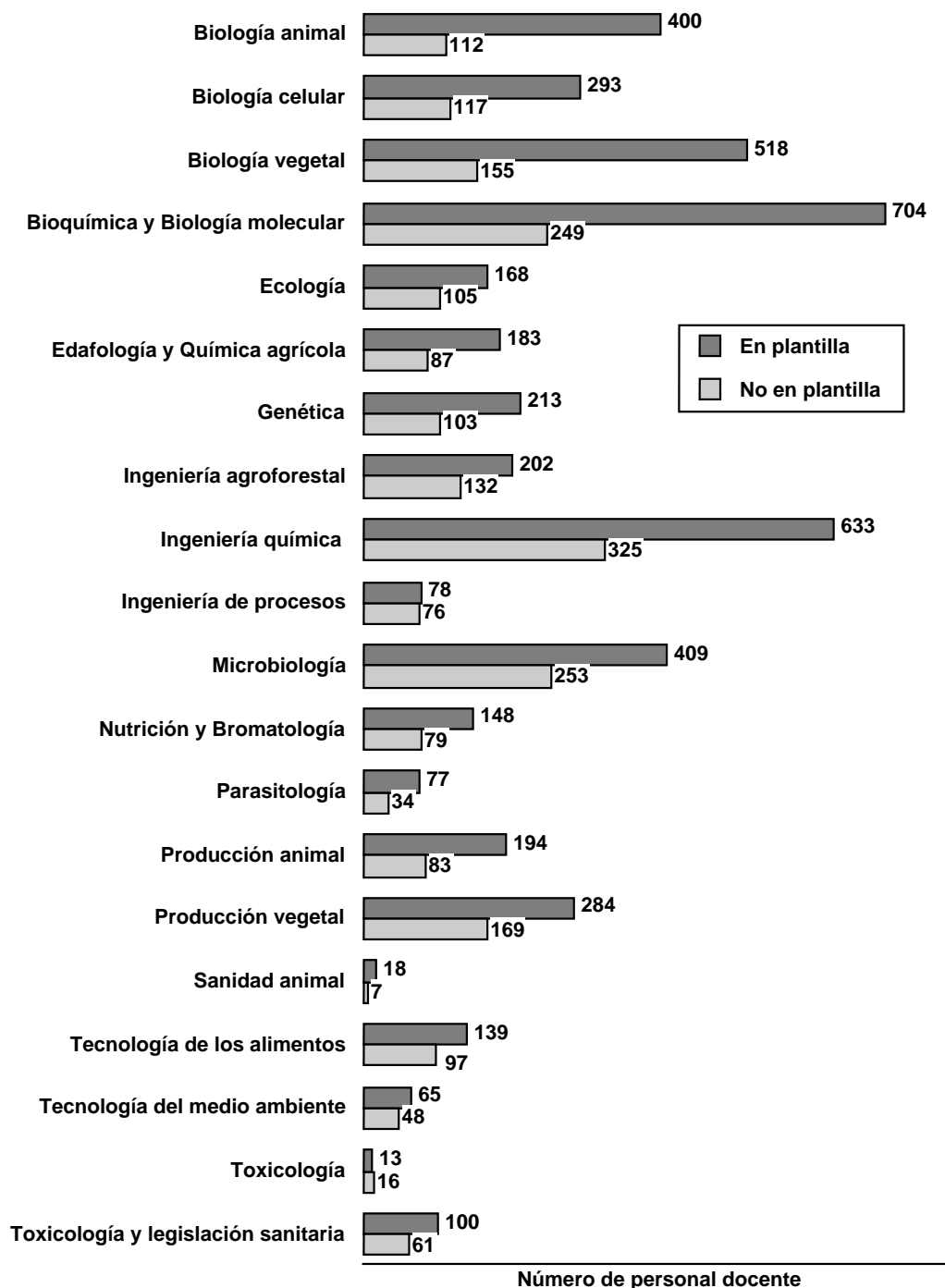
Figura 5.2.- Número de Tesis Doctorales aprobadas y su evolución en el periodo 1990-1997



Número de tesis doctorales en las áreas de conocimiento relacionadas con la biotecnología en el periodo 1990-97 = 9.150 - 100%

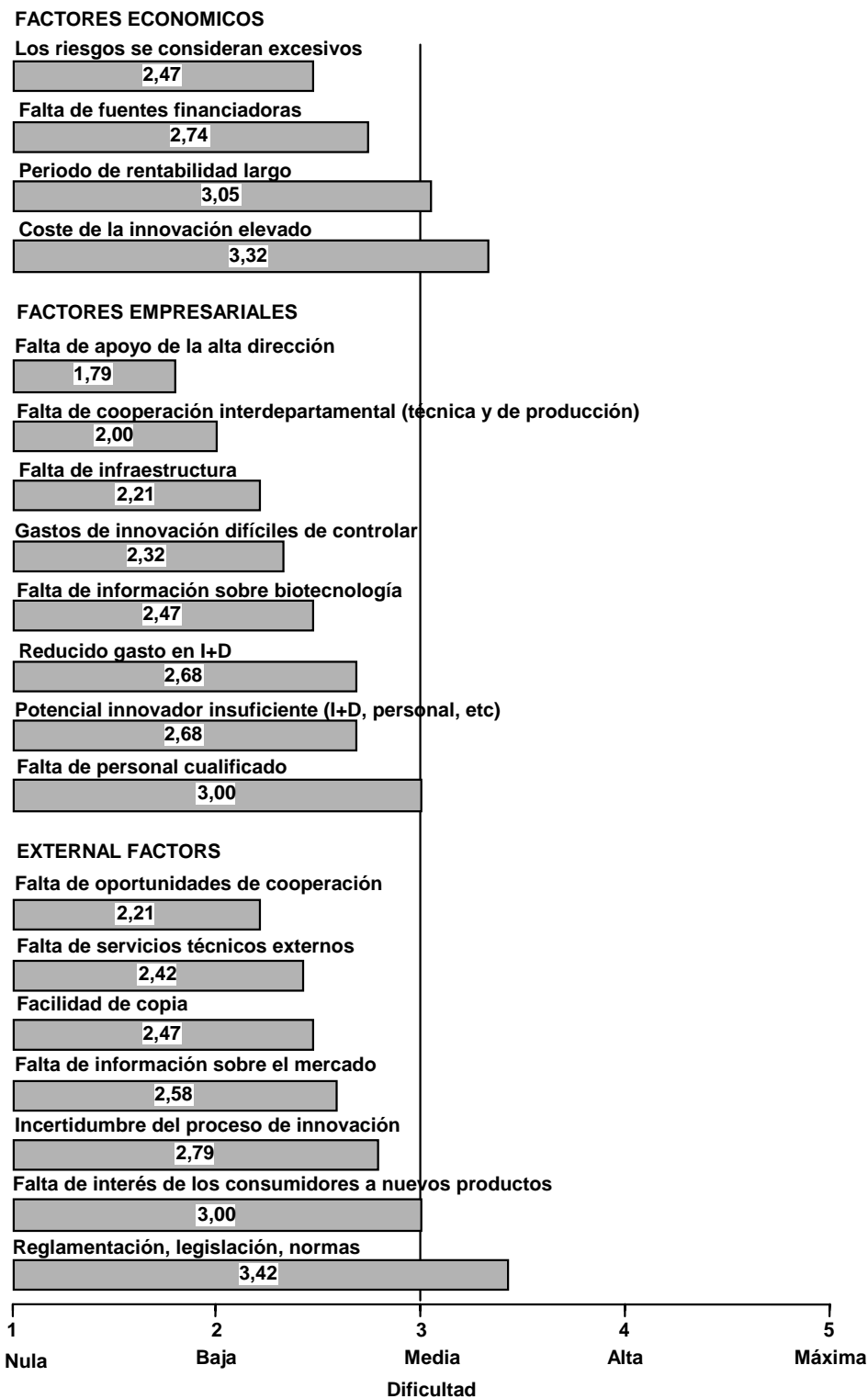
Fuente: Estadística de la Enseñanza Superior en España 1997-98, INE. Elaboración propia

Figura 5.3.-Personal docente de las universidades públicas españolas por área de conocimiento. Curso 1997-1998



Fuente: Estadística de la Enseñanza Superior en España 1997-98, INE. Elaboración propia

Figura 5.4.- Principales factores que dificultan las actividades de innovación en biotecnología en las empresas agroalimentarias.



Fuente: elaboración propia sobre datos encuesta

Apéndice VI

**Convocatoria del Programa Nacional de Biotecnología de 1996
(BOE del 29 de septiembre de 1995)**

Objetivos científico-técnicos prioritarios

1. Agroalimentación (35 por 100)

El sector agroalimentario es de especial trascendencia económica para nuestro país y por ello su desarrollo se contempla tanto en los Programas Nacionales de Biotecnología, I+D Agrario y Tecnología de Alimentos, como en el Programa sectorial del MAPA. El Programa Nacional de Biotecnología propugna la utilización de tecnologías que tienen su origen en la biología molecular y celular. Los objetivos del Programa se concentran en las especies agronómicas y forestales de interés socioeconómico para España, así como en los productos agroalimentarios de mayor relevancia para las empresas del sector que operan en nuestro país.

1.1. Aislamiento y caracterización de genes de interés agronómico y su utilización en el diseño de plantas transgénicas (Instrumentos: todos).

Caracterización de los genes responsables de propiedades agronómicas o alimentarias de los cultivos, de la producción de sustancias de interés industrial o de tolerancia a condiciones ambientales extremas. Se valorará positivamente la utilización de especies modelo cuando ello aumente la eficacia en el desarrollo de los objetivos planteados. Sólo se considera la producción de líneas transgénicas de utilidad en la mejora, ya que el desarrollo de variedades se contempla en el Programa de I+D Agrario. Se valorarán favorablemente los proyectos coordinados con grupos de mejora genética.

1.2. Aplicación de las técnicas de ingeniería genética al estudio de las interacciones entre plantas y otros organismos que propicien el desarrollo de una agricultura más respetuosa con el medio ambiente (Instrumentos: todos).

Los proyectos estarán orientados a favorecer el desarrollo de prácticas agrícolas que reduzcan la utilización de fertilizantes químicos, así como el desarrollo de nuevos pesticidas o de otros sistemas de protección con menor impacto ambiental.

1.3. Desarrollo de sistemas de cultivo in vitro y de métodos eficientes de transformación genética de plantas (Instrumentos: EPO, PE, CO, CN).

Los nuevos sistemas deberán contribuir a la mejora genética de variedades de cultivo, al desarrollo de plantas libres de enfermedades, a la rápida propagación de genotipos de

interés, o a la producción de sustancias de interés industrial. Se considerarán prioritarios aquellos proyectos que desarrollen métodos más eficientes y fiables de transformación genética en especies y variedades de interés económico en nuestro país.

1.4. Diseño de métodos de diagnóstico de organismos perjudiciales para las plantas y desarrollo de nuevos marcadores moleculares (Instrumentos: EPO, PE, CO, CN).

Los nuevos métodos de diagnóstico estarán basados en técnicas inmunológicas o de biología molecular. Se desarrollarán nuevos marcadores moleculares de alta reproducibilidad y de fácil manejo para su utilización en la elaboración de mapas genéticos. Se valorarán también las aplicaciones de estas técnicas al estudio, utilización y conservación de la biodiversidad.

1.5. Utilización de técnicas de ingeniería genética en microorganismos de interés en procesos de transformación agroalimentaria (Instrumentos: todos).

Desarrollo mediante técnicas de ingeniería genética, de estirpes de microorganismos que presenten nuevas características de interés en la producción de alimentos, haciendo especial énfasis en su estabilidad e inocuidad.

2. Sanidad humana y animal (20 por 100).

En esta área se dará prioridad a los estudios encaminados a resolver los problemas relacionados con aquellas enfermedades humanas o animales que tengan una mayor relevancia socioeconómica en nuestro país. Dado que en los Programas Nacionales de Salud e I+D Agrario también se contemplan como objetivos prioritarios los tratamientos de distintas enfermedades humanas y animales, el Programa de Biotecnología se centrará en objetivos relacionados con el diagnóstico, la vacunación, el diseño de modelos experimentales y la identificación y caracterización de genes de posible interés para la industria farmacéutica, haciendo especial énfasis en el empleo de técnicas e biología molecular y celular.

2.1. Desarrollo de metodologías para el diagnóstico de enfermedades (Instrumentos: EPO, PE, CO, CN).

Desarrollo de sistemas de diagnóstico basados en metodologías moleculares que permitan la detección rápida y precisa de enfermedades humanas y animales. Se

considerará prioritario el diseño de nuevas metodologías genéricas de diagnóstico potencialmente patentables.

2.2. Desarrollo de estrategias y métodos para la obtención de vacunas. Diseño de vacunas específicas para la protección humana o animal (Instrumentos: todos).

Desarrollo de estrategias y métodos para la obtención de vacunas contra las enfermedades humanas causadas por virus (gripe, hepatitis, SIDA) o por bacterias (tuberculosis, brucelosis, meningitis, neumonías), contra enfermedades infecciosas asociadas al SIDA, así como contra enfermedades parasitarias de incidencia en España (triquinosis, hidatidosis) o en países iberoamericanos (malaria, Chagas, leishmaniosis). Desarrollo de metodologías para la obtención de vacunas contra las patologías que afectan a las cabañas porcina, bovina, ovina o caprina, así como al sector piscícola. Se valorarán positivamente los desarrollos que propongan nuevos conceptos en el terreno de la administración de vacunas, con especial referencia a la administración oral.

2.3. Desarrollo de modelos para el tratamiento de enfermedades o el análisis de fármacos e identificación y caracterización molecular de dianas de acción farmacológica (Instrumentos: todos).

Desarrollo, mediante técnicas de ingeniería genética, de modelos animales o celulares para el tratamiento de enfermedades de amplia repercusión social como el cáncer, las enfermedades cardiovasculares o infecciosas y los procesos ligados al envejecimiento. Entre las dianas de acción farmacológica se consideran especialmente las destinadas a la identificación de nuevos antibióticos, antifúngicos, antivirales y anticancerígenos.

2.4. Identificación y caracterización de genes y elementos génicos de potencial aplicación para la producción de sustancias de interés terapéutico (Instrumentos: EPO, PE, CO, CN).

Caracterización de genes o elementos génicos de interés para la industria farmacéutica que permitan la producción de nuevas hormonas, enzimas y otras proteínas de origen recombinante.

3. Ingeniería de procesos biotecnológicos (30 por 100)

En esta área se dará importancia al estudio de aquellos procesos para los cuales existen oportunidades empresariales en España en los distintos sectores: químico, farmacéutico,

alimentario, etc. El desarrollo de nuevas herramientas experimentales o tecnológicas adquiere aquí especial relevancia, ya que de ello depende, en gran medida, la competitividad de los distintos sectores industriales a los que son aplicables los métodos biotecnológicos. Esta es un área donde la necesidad de aproximación pluridisciplinar a los problemas es muy evidente, ya que la producción es un proceso integrado que abarca desde el diseño del organismo productor hasta la purificación del producto final.

3.1. Desarrollo y aplicación de procedimientos informáticos para el análisis de biopolímeros, genomas y procesos biológicos (Instrumentos: todos).

Además de las aplicaciones que permitan el análisis estructural de biopolímeros para el desarrollo de productos de interés industrial, se considerarán positivamente los proyectos para la simulación de procesos biológicos, o el manejo de bases de datos relativas a materiales biológicos.

3.2. Desarrollo de técnicas de ingeniería de proteínas con especial énfasis en sus posibles implicaciones industriales (Instrumentos: todos).

Modificación, mediante técnicas de ingeniería genética, de enzimas de interés industrial, incluyendo aquellas que se utilizan en sistemas de diagnóstico y en biosensores, así como las enzimas de organismos extremófilos. Producción de anticuerpos monoclonales en sistemas heterólogos para su uso con fines de diagnóstico y para la obtención de abzymas.

3.3. Desarrollo y mejora de sistemas biológicos de producción mediante el uso de organismos nuevos o conocidos modificados por técnicas de ingeniería genética, haciendo especial énfasis en la mejora de su estabilidad y bioseguridad (Instrumentos: todos).

Estudios, a nivel molecular, que permitan el desarrollo de nuevos sistemas de producción basados en el empleo de microorganismos, células animales o vegetales. La seguridad y estabilidad de los sistemas desarrollados deberá ser una prioridad básica en estos proyectos.

3.4. Desarrollo de sistemas para mejorar el diseño, monitorización y control de biorreactores, la purificación de productos de origen biológico, y la inmovilización de células o proteínas (Instrumentos: EPO, PE, CO, CN).

Desarrollo de biorreactores más eficaces que integren nuevos sistemas informáticos y analíticos. Desarrollo de nuevas técnicas de inmovilización de células y proteínas para diseñar procesos biotecnológicos que puedan sustituir a los procesos químicos. Se trata de simplificar los procesos de purificación de los productos biológicos.

3.5. Desarrollo integrado de procesos o productos útiles para la industria basados en el empleo de enzimas u organismos naturales o modificados por técnicas de ingeniería genética (Instrumentos: EPO, PE, CO, CN).

Desarrollo de metodologías de producción encaminadas a la obtención de nuevos productos, o a la mejora de la calidad y disminución del coste de los ya existentes. El desarrollo integrado de los procesos de producción será un requisito prioritario en este objetivo.

3.6. Desarrollo de biomateriales con aplicaciones industriales, sanitarias y medioambientales (Instrumentos: EPO, PE, CO, CN).

Entre los biomateriales de utilidad industrial se incluyen los biosensores, los materiales biodegradables utilizados en cirugía, los tejidos para implantes (epitelial, óseo) y, en el futuro, los órganos artificiales. También se considerarán aquellos productos que disminuyan los problemas de contaminación ambiental, como por ejemplo los polihidroxiclauratos para la industria del envasado.

4. Medio ambiente (15 por ciento)

En esta área se pretende resolver problemas medioambientales específicos del territorio español, haciendo especial énfasis en el desarrollo de procesos de eliminación o aprovechamiento de residuos de origen químico y de origen biológico. Dado el carácter integrado de estos procesos, es deseable que se presenten proyectos coordinados entre grupos de biotecnología y grupos de ingeniería. La convergencia con algunos objetivos del Programa Nacional de Medio Ambiente, debe ser un aliciente para favorecer la presentación de proyectos coordinados que presenten objetivos más ambiciosos, desde el análisis molecular al desarrollo de procesos piloto.

4.1. Desarrollo de metodologías biológicas para la detección de contaminantes (Instrumentos: todos).

Desarrollo, mediante el empleo de técnicas de biología molecular, de nuevos métodos de análisis que permitan vigilar de forma continua la contaminación de los entornos naturales.

4.2. Análisis de las comunidades microbianas y de los procesos metabólicos implicados en la eliminación de sustancias tóxicas o contaminantes (Instrumentos: todos).

Estudios moleculares de los procesos metabólicos de descontaminación, así como la utilización de técnicas de ingeniería metabólica para mejorar los procesos de degradación de compuestos tóxicos o contaminantes. Estudio de las interacciones existentes en las comunidades microbianas responsables de la eliminación de sustancias tóxicas.

4.3. Estudios para mejorar la bioseguridad en los procesos que impliquen la liberación al medio ambiente de organismos modificados genéticamente (Instrumentos: todos).

Desarrollo de sistemas para estudiar el impacto que produce sobre la biodiversidad la liberación de organismos modificados genéticamente. Se diseñarán vectores de transformación que minimicen la transferencia de material genético y que permitan su monitorización.

4.4. Diseño de procesos en los que intervengan organismos o productos derivados de éstos para la eliminación de sustancias tóxicas contaminantes en aguas residuales urbanas, vertidos industriales y entornos naturales contaminados (Instrumentos: EPO, PE, CO, CN).

Se valorará positivamente el diseño de procesos de descontaminación en los que se utilicen organismos modificados genéticamente.

4.5. Diseño de procesos en los que intervengan organismos o productos derivados de éstos para el aprovechamiento de residuos industriales y lodos de depuradora.

Se valorará positivamente el diseño de procesos de aprovechamiento de residuos en los que intervengan organismos modificados genéticamente. También se consideran como aprovechamiento de residuos industriales los procesos de biolixiviación.

Apéndice VII

Proyectos financiados por el CDTI en Biotecnología (1987 - 1998)

Proyectos financiados por el CDTI en Biotecnología 1987-1998

<i>Empresa</i>	<i>Año de aprobación</i>	<i>Tipo de proyecto</i>	<i>Título</i>	<i>Aportación CDTI (millones de pts.)</i>	<i>Presupuesto (millones de pts.)</i>
TECNICAS DE NUTRICION, S.A.	1987	DESARROLLO TECNOLOGICO	PRODUCCION DE PIENSOS PARA ANIMALES DE PIEL FINA Y OTRAS ESPECIES	92	230.8
EMPRESA NACIONAL DEL URANIO, S.A.	1988	CONCERTADO	PROYECTO BIOMIN-CR BIOLIXIVIACION DE MINERALES DE URANIO	30	68.6
LABORATORIOS ANDROMACO, S.A.	1988	CONCERTADO	ESTUDIO Y DESARROLLO DE POLISACARIDOS COMO AGENTES ANTIVIRALES	38.5	86.5
LABORATORIOS ANDROMACO, S.A.	1988	CONCERTADO	ESTUDIO DEL MECANISMO DE ACCION DEL TNF Y OTROS MRB Y DE SU EFECTO POTENCIADOR DE RESPUESTAS INMUNES EN SISTEMAS LEUCOCITARIOS HUMANOS	26.4	77.3
LANGOSTINOS DE HUELVA, S.A.	1988	CONCERTADO	RENDIMIENTO COMPARATIVO DE TRES PIENSOS COMERCIALES PARA ENGORDE DE LANGOSTINOS	25	50.7
MERCK FARMA Y QUIMICA, S.A.	1988	CONCERTADO	INMUNIZACION IN VITRO PARA LA PRODUCCION DE ANTICUERPOS MONOCLONALES FRENTE A GLUCOLIPIDOS	84	168
HARLAN INTERFAUNA IBERICA, S.A.	1988	DESARROLLO TECNOLOGICO	OBTENCION DE UNA COLONIA DE ROEDORES LIBRE DE GERMENES ESPECIFICOS PATOGENOS	8.3	16.5
LABCLINICS, S.A.	1988	DESARROLLO TECNOLOGICO	DESARROLLO DE METODOS DE SCREENING Y DIAGNOSTICO INMUNOLOGICO DEL VIRUS EPSTEIN-BARR	15	30
ABT INGENIERIA Y CONSULTORIA MEDIAMBIENTAL, S.A.	1989	CONCERTADO	OBTENCION DE AGREGADOS BACTERIANOS ESPECIFICOS Y DESARROLLO DE PROCESOS BIOLOGICOS PARA DEPURACION DE AGUAS INDUSTRIALES Y URBANAS	42.2	84.5
BIOKIT, S.A.	1989	CONCERTADO	OBTENCION DE ANTIGENOS RECOMBINANTES Y SONDAS DE ACIDOS NUCLEICOS PARA SU UTILIZACION EN LA DETECCION DE MARCADORES DE VIRUS DE HEPATITIS	26.4	52.8
BIOSYSTEMS, S.A.	1989	CONCERTADO	SISTEMAS DE REVELADO UNION ANTIGENOANTICUERPO, BASADOS EN AVIDINA-BIOTINA APLICABLES A DIAGNOSTICO DE LABORATORIO (INMUNOHISTOQUIMICA Y OTROS INMUNOENSAYO	50	113.8
COMPAÑIA ESPAÑOLA DE PETROLEOS, S.A.	1989	CONCERTADO	BUSQUEDA DE MICROORGANISMOS PRODUCTORES DE CELULASAS ALCALINAS	17.2	43

<i>Empresa</i>	<i>Año de aprobación</i>	<i>Tipo de proyecto</i>	<i>Título</i>	<i>Aportación CDTI (millones de pts.)</i>	<i>Presupuesto (millones de pts.)</i>
GIVAUDAN ROURE, S.A.	1989	CONCERTADO	OBTENCION DE SABORIZANTES, LINEA 'QUESO', POR VIA ENZIMATICA	28.3	56.6
INMUNOLOGIA Y GENETICA APLICADA, S.A.	1989	CONCERTADO	DESARROLLO DE UNA VACUNA SUBUNIDAD Y MEJORA DE LOS SISTEMAS DE DIAGNOSTICO PARA EL VIRUS DE LA PESTE EQUINA AFRICANA	37.9	75.9
LABCLINICS, S.A.	1989	CONCERTADO	DESARROLLO DE UNA SONDA MOLECULAR UNICA PARA DIAGNOSTICO DE ENTEROVIRUS	20.5	41
LABORATORIOS ANDROMACO, S.A.	1989	CONCERTADO	ESTUDIOS Y DESARROLLO DE POLISACARIDOS COMO AGENTES ACTIVADORES DE RECUPERACION HEMATOPOYETICA	30	60.7
LASCARAY, S.A.	1989	CONCERTADO	ESTUDIO SOBRE DISTINTAS MODIFICACIONES DEL PROCESO ENZIMATICO PARA HIDROLISIS DE GRASAS	22.8	50.7
PANIBERICA DE LEVADURA, S.A.	1989	CONCERTADO	CARACTERIZACION GENETICA Y BIOQUIMICA DE CEPAS DE LEVADURA QUE SE PRODUCEN EN LA INDUSTRIA CON FINES ALIMENTICIOS	31	62
PULEVA, S.A.	1989	CONCERTADO	OBTENCION DE HIDROLIZADOS ENZIMATICOS DE PROTEINAS LACTEAS	30	60.1
VALENCIANA DE ACUICULTURA, S.A.	1989	CONCERTADO	INVESTIGACIONES SOBRE LAS POBLACIONES BACTERIANAS ASOCIADAS A SISTEMAS CON RECIRCULACION DE AGUA EN CULTIVOS INTENSIVOS.	6.2	17.5
ABT INGENIERIA Y CONSULTORIA MEDIAMBIENTAL, S.A.	1989	DESARROLLO TECNOLOGICO	PAQUETES DE INGENIERIA BASICA Y PRODUCCION INDUSTRIAL DE AGREGADOS BACTERIANOS PARA LA DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES	49.5	99
BIOKIT, S.A.	1989	DESARROLLO TECNOLOGICO	DESARROLLO DE KITS DE DIAGNOSTICO DE HEPATITIS A, B Y DELTA (EU-246)	242.4	484.8
GRUPO CRUZCAMPO, S.A.	1990	CONCERTADO	MEJORA GENETICA Y TRANSFORMACION DE LEVADURAS CERVECERAS	13.8	27.5
GURELAN, S.COOP.	1990	CONCERTADO	OBTENCION, IDENTIFICACION Y VALORACION DE HIBRIDOS DE CRUCE Y SOMATICOS DE HONGOS COMESTIBLES	14.1	47
INMUNOLOGIA Y GENETICA APLICADA, S.A.	1990	CONCERTADO	DESARROLLO DE UNA VACUNA DE SEGUNDA GENERACION PARA EL PARVOVIRUS CANINO	40	80.1
ANTIBIOTICOS, S.A.	1991	CONCERTADO	BIOTRANSFORMACIONES EN ANTIBIOTICOS BETALACTAMICOS	53.6	134.1

<i>Empresa</i>	<i>Año de aprobación</i>	<i>Tipo de proyecto</i>	<i>Título</i>	<i>Aportación CDTI (millones de pts.)</i>	<i>Presupuesto (millones de pts.)</i>
GONZALEZ BYASS, S.A.	1991	CONCERTADO	SELECCION CLONAL Y SANITARIA DEL PALOMINO Y OTRAS VINIFERAS ESPAÑOLAS	37.9	94.7
MERCK FARMA Y QUIMICA, S.A.	1991	CONCERTADO	ESTUDIO DE LA INMUNOGENICIDAD DE ANTIGENOS RELACIONADOS CON TUMORES	91.8	229.5
PHARMACIA & UPJOHN, S.A.	1991	CONCERTADO	DESARROLLO DE TECNOLOGIA DE OBTENCION DE PROTEINAS RECOMBINANTES CON ACCION ANTITUMORAL Y/O ANTICOAGULANTE.(EU-569)	141.6	354
ANTIBIOTICOS, S.A.	1991	DESARROLLO TECNOLOGICO	APLICACION DE LA ULTRAFILTRACION PARA TRATAMIENTO DE CALDO FILTRADO DE PENICILINA	108.8	272.1
BALAGUE CENTER, S.A.	1991	DESARROLLO TECNOLOGICO	APLICACION DE TECNICAS DE ADN RECOMBINANTE AL DIAGNOSTICO CLINICO	28.6	57.2
GONZALEZ BYASS, S.A.	1991	DESARROLLO TECNOLOGICO	MULTIPLICACION EN VERDE Y MICROPROPAGACION DEL PALOMINO Y OTRAS VINIFERAS OBTENIDAS MEDIANTE SELECCION CLONAL Y SANITARIA	33	82.4
INDUSTRIAS LACTEAS TALAVERA, S.A.	1991	DESARROLLO TECNOLOGICO	I+D E IMPLANTACION DE UN PROCESO INDUSTRIALDE LECHE FERMENTADA TIPO BIO	35	70
LABCLINICS, S.A.	1991	DESARROLLO TECNOLOGICO	DESARROLLO DE UN EQUIPO DE DETECCION DE ENTEROVIRUS MEDIANTE SONDA MOLECULAR	30	60
BALAGUE CENTER, S.A.	1992	CONCERTADO	NUEVA METODOLOGIA PARA LA DETECCION DE AGENTES VIRALES INFECCIOSOS	40.7	101.7
PHARMACIA & UPJOHN, S.A.	1992	CONCERTADO	PROTEINAS RECOMBINANTES DE INTERES TERAPEUTICO	81.2	203
HISPANAGAR, S.A.	1992	DESARROLLO TECNOLOGICO	PUESTA A PUNTO DE LA PRODUCCION DE NUEVOS TIPOS DE AGAROSAS	33.9	96.8
INSTITUTO GRIFOLS, S.A.	1992	DESARROLLO TECNOLOGICO	PRODUCCION DE ALBUMINA POR ULTRAFILTRACION	43.1	123
INSTITUTO GRIFOLS, S.A.	1992	DESARROLLO TECNOLOGICO	FACTOR VIII DE ALTA PUREZA	39.4	112.6
LABORATORIOS SERONO, S.A.	1992	DESARROLLO TECNOLOGICO	PRODUCCION DE HORMONA DEL CRECIMIENTO	101.1	337
C.B.F. LETI, S.A.	1993	CONCERTADO	SONDAS PARA EL DIAGNOSTICO DE LEISMANIOSIS	25.4	63.5
MERCK FARMA Y QUIMICA, S.A.	1993	CONCERTADO	MODELOS EXPERIMENTALES CON CELULAS B HUMANAS PARA LA VALORACION DE ESTRATEGIAS ANTI-SENTIDO	56.2	140.6
SMITHKLINE BEECHAM, S.A.	1993	CONCERTADO	REGULACION DE LA BIOSINTENSIS DE METABOLITOS SECUNDARIOS EN STREPTOMYCES	69.1	172.9

<i>Empresa</i>	<i>Año de aprobación</i>	<i>Tipo de proyecto</i>	<i>Título</i>	<i>Aportación CDTI (millones de pts.)</i>	<i>Presupuesto (millones de pts.)</i>
COMERCIO EXTERIOR DURVIZ, S.L.	1993	DESARROLLO TECNOLOGICO	APLICACIONES DE BIOLOGIA MOLECULAR PARA EL DIAGNOSTICO DE ENFERMEDADES INFECCIOSAS	22.4	55.9
ANTIBIOTICOS, S.A.	1994	CONCERTADO	FERMENTACION Y BIOTRANSFORMACIONES EN BETA LACTAMAS	86.8	217.1
GRUPO CRUZCAMPO, S.A.	1994	CONCERTADO	MEJORA DE LEVADURAS CERVECERAS	52.3	130.8
PHARMA MAR, S.A.	1994	CONCERTADO	COMPUESTOS NATURALES DE ORIGEN MARINO CON ACTIVIDAD ANTITUMORAL	91.4	228.7
INSTITUTO GRIFOLS, S.A.	1994	DESARROLLO TECNOLOGICO	OBTENCION DE ANTITROMBINA III POR DOBLE CROMATOGRAFIA DE AFINIDAD	58	145
ALMIRALL PRODESFARMA, S.A.	1995	CONCERTADO	NUEVAS CITOCINAS DE INTERES TERAPEUTICO	26.8	67
DSM DERETIL, S.A.	1995	CONCERTADO	MICROORGANISMOS PARA PRODUCCION DE AMINOACIDOS	42.9	85.7
PIERRE FABRE IBERICA, S.A.	1995	CONCERTADO	POTENCIACION DE LA RESPUESTA INMUNITARIA DE UNA VACUNA	40.9	102.5
URQUIMA, S.A.	1995	CONCERTADO	MEJORA DE LA PRODUCCION DE EDULCORANTES DE ORIGEN VEGETAL, EN HONGOS FILAMENTOSOS	43.9	109.8
CERESTAR IBERICA, S.A.	1995	DESARROLLO TECNOLOGICO	MINIMIZACION DEL RESIDUO GENERADO DURANTE LA ISOMERIZACION DE LA GLUCOSA	25.1	62.8
LABAQUA, S.A.	1995	DESARROLLO TECNOLOGICO	DETECCION, SUBTIPADO Y ERRADICACION DE LEGIONELLA PNEUMOPHILA EN REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA	23.8	47.5
MASTER DIAGNOSTICA, S.L.	1995	DESARROLLO TECNOLOGICO	KITS UNIVERSALES DE INMUNOTINCION PARA ANATOMIA PATOLOGICA	25.5	50.9
OPERON, S.A.	1995	DESARROLLO TECNOLOGICO	DETECCION DE ANTIGENO PROSTATICO	15.7	39.2
RAL TECNICA PARA EL LABORATORIO, S.A.	1995	DESARROLLO TECNOLOGICO	DETECCION DE MICROALBUMINA CON ORO COLOIDAL (AKROL-53)	35.3	70.6
BIOSYSTEMS, S.A.	1996	CONCERTADO	INMUNOENSAYOS PARA LA DETERMINACION DE ANTICUERPOS ANTINUCLEARES	37.5	93.7
MERCK FARMA Y QUIMICA, S.A.	1996	CONCERTADO	MOLECULAS DE ADHESION Y ANGIOGENESIS	108	270.1
SQUIBB INDUSTRIA FARMACEUTICA, S.A.	1996	CONCERTADO	BASES PATOFISIOLOGICAS DE LA LESION VASCULAR ARTERIOSCLEROTICA	70.1	175.1
AMC CHEMICALS, S.L.	1996	DESARROLLO TECNOLOGICO	BIOPROCESOS FUNGICOS	49.8	99.6

<i>Empresa</i>	<i>Año de aprobación</i>	<i>Tipo de proyecto</i>	<i>Título</i>	<i>Aportación CDTI (millones de pts.)</i>	<i>Presupuesto (millones de pts.)</i>
CULTIVOS VEGETALES IN VITRO DE TENERIFE, DE VARIEDADES DE S.A.	34.1	1996 68.1	DESARROLLO TECNOLOGICO PATATA CANARIA		TUBERCULOS PRE-BASE Y BASE
DIAGNOSTIC GRIFOLS, S.A.	1996	DESARROLLO TECNOLOGICO	PROCESADOR AUTOMATICO PARA INMUNOHEMATOLOGIA EN GEL	26.3	65.7
EUROESPES, S.A.	1996	DESARROLLO TECNOLOGICO	KIT PARA LA CARACTERIZACION MOLECULAR DE LA ENFERMEDAD DE ALZHEIMER	67.2	134.4
VIRCELL, S.L.	1996	DESARROLLO TECNOLOGICO	DETECCION POR ELISA DE ANTIGENO DE CITOMEGALOVIRUS	19.3	38.6
ANTIBIOTICOS, S.A.	1996	INNOVACION TECNOLOGICA	PRODUCCION DE ACIDO 7-AMINODESACETOXI-CEFALOSPORANICO (7-ADCA)	155.7	622.9
ALMIRALL PRODESFARMA, S.A.	1997	CONCERTADO	CARACTERIZACIÓN DE NUEVAS CITOCINAS IMPLICADAS EN ENFERMEDADES AUTOINMUNES	24.5	49
INDUSTRIAL TECNICA PECUARIA, S.A.	1997	CONCERTADO	ADITIVOS PARA NUTRICION ANIMAL DE ALTO RENDIMIENTO	33.6	83.9
MERCK FARMA Y QUIMICA, S.A.	1997	CONCERTADO	ASPECTOS MOLECULARES Y FARMACOLOGICOS DE LA MUERTE NEURONAL EXCITOTOXICA	127.4	254.8
S.A.T. Nº 4435 LA TIESA	1997	CONCERTADO	MEJORA GENETICA DE VARIEDADES DE MELOCOTON Y NECTARINA	54.6	109.2
SEMILLAS FITO, S.A.	1997	CONCERTADO	OBTENCION DE VARIEDADES HIBRIDAS EN ESPECIES HORTICOLAS: CUCURBITACEAS Y LEGUMINOSAS	99.6	248.9
SOCIEDAD DE GESTION VEGETAL, S.A.	1997	CONCERTADO	OBTENCION DE VARIEDADES DE ESPECIES AUTOCTONAS POR CULTIVO IN VITRO (EU-1555)	28	56
VITROTECH BIOTECNOLOGIA VEGETAL, S.L.	1997	CONCERTADO	OBTENCION DE ALBARICOQUEROS TRANSGENICOS RESISTENTES A SHARKA. (EUREKA-TRANSGENICOT 1305")	28	56
ASTURPHARMA, S.A.	1997	DESARROLLO TECNOLOGICO	PRINCIPIOS ACTIVOS FARMACEUTICOS OPTICAMENTE PUROS, OBTENIDOS MEDIANTE CATALISIS ENZIMATICA	120.5	241
BOSQUES NATURALES, S.A.	1997	DESARROLLO TECNOLOGICO	OBTENCIÓN DE MATERIAL GENETICO HIBRIDO Y DE CLONACIÓN A PARTIR DE ESPECIES DEL GENERO JUGLANS	89.7	179.3
EUROESPES, S.A.	1997	P. PROMOCION TECNOLOGICA	KIT PARA LA CARACTERIZACION MOLECULAR DE LA ENFERMEDAD DE ALZHEIMER	8.4	16.8
C.B.F. LETI, S.A.	1998	CONCERTADO	CAPACIDAD DIAGNOSTICA Y PROTECTORA DE PROTEINAS DE LEISHMANIA	32	64

<i>Empresa</i>	<i>Año de aprobación</i>	<i>Tipo de proyecto</i>	<i>Título</i>	<i>Aportación CDTI (millones de pts.)</i>	<i>Presupuesto (millones de pts.)</i>
LABORATORIOS HIPRA, S.A.	1998	CONCERTADO	VACUNA VIVA PARA LA PREVENCIÓN DE LA NEUMONIA ENZOOTICA PORCINA	63.2	126.4
SEMINIS VEGETABLE SEEDS IBERICA, S.A.	1998	CONCERTADO	MARCADORES MOLECULARES LIGADOS A CARACTERÍSTICAS DEL SABOR EN TOMATE	64	128
VIVEROS AIMARA PENINSULAR, S.L.	1998	CONCERTADO	METODO BIOTECNOLOGICO PARA LA ELIMINACION DE RESIDUOS TOXICOS EN LAS AGUAS DE RIEGO	40	80
A.S.A.C. PHARMACEUTICAL INTERNACIONAL, A.I.E.	1998	DESARROLLO TECNOLÓGICO	KITS DE DIAGNOSTICO EN UN SOLO PASO	53.4	106.8
BIOSYSTEMS, S.A.	1998	DESARROLLO TECNOLÓGICO	ANTIGENO MICROBIANO UTILIZABLE COMO MATERIA PRIMA EN SISTEMAS DE DIAGNOSTICO	46.6	93.2
CARGILL ESPAÑA, S.A.	1998	DESARROLLO TECNOLÓGICO	NUEVAS VARIEDADES DE GIRASOL RESISTENTES A JOPO Y MILDIU CON ALTO RENDIMIENTO OLEICO	93.4	186.8
PROBELTE, S.A.	1998	DESARROLLO TECNOLÓGICO	PRODUCCION DE INSECTICIDAS BIOLÓGICOS Y ENEMIGOS NATURALES DE INSECTOS DE PLAGA	43.8	87.6
ASTURPHARMA, S.A.	1998	P. PROMOCION TECNOLÓGICA	PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACION DE DERIVADOS DEL ACIDO DIOXOPENICILANICO	14.9	21.3
C.B.F. LETI, S.A.	1998	P. PROMOCION TECNOLÓGICA	PROMOCION TECNOLÓGICA DE NUEVOS EXTRACTOS ALERGENOS Y DE UN SISTEMA DE DIAGNOSTICO DE LEISHMANIOSIS	16.1	23

Apéndice VIII

Proyectos financiados por el Plan Nacional en Biotecnología (1991 - 1998)

- **Por Organismos**
- **Por Centros**
- **Por Investigadores**

***Proyectos financiados por el Plan Nacional en Biotecnología 1991-1998.
Por organismo***

<i>ORGANISMO</i>	<i>Nº proyectos</i>	<i>Financiación (pesetas)</i>
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	310	3843770300
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	44	456941500
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA	38	523894000
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID	30	249587000
UNIVERSIDAD DE CORDOBA	27	230805000
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA	25	161971000
UNIVERSIDAD DE BARCELONA	24	210744000
UNIVERSIDAD DE SEVILLA	24	222742000
UNIVERSIDAD DE LEON	21	230117500
UNIVERSIDAD DE OVIEDO	21	226867000
UNIVERSIDAD DE ALCALA DE HENARES	19	166082000
UNIVERSIDAD DE VALENCIA	19	146948000
INSTITUTO NAC. DE INV. Y TEC. AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)	19	215363000
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID	18	213248000
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA	17	144545000
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA	16	139794000
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA	15	136807000
UNIVERSIDAD DE GRANADA	14	118502000
INSTITUT DE RECERCA I TECNOLOGIA AGROALIMENTARIES	12	122347600
UNIVERSIDAD DE MALAGA	10	82167000
UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO	10	50350800
UNIVERSIDAD DE NAVARRA	9	68590800
INSTITUTO DE SALUD CARLOS III	9	92970000
UNIVERSIDAD DE CADIZ	8	76208600
INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS	7	80066500
UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA	7	45928000
FUNDACION JIMENEZ DIAZ	7	81209000
UNIVERSIDAD DE MURCIA	7	83886000
UNIVERSIDAD DE VIGO	6	47612000
UNIVERSIDAD PUBLICA DE NAVARRA	6	41547000
CENTRO INV. ENERGETICAS, MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLOGICAS	5	68250000
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	5	43909000
UNIVERSIDAD DE LA CORUÑA	5	23902000
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	5	97031000

<i>ORGANISMO</i>	<i>Nº proyectos</i>	<i>Financiación (pesetas)</i>
GAIKER - CENTRO DE TRANSFERENCIA TECNOLOGICA	4	15911000
UNIVERSIDAD DE LLEIDA	4	14000000
FUNDACION INSTITUTO DE INVESTIGACION ONCOLOGICA	4	51195000
UNIVERSIDAD DE ALMERIA	4	67841000
FUNDACIO PRIVADA CLINIC PER A LA RECERCA BIOMEDICA	3	26341000
UNIVERSIDAD ROVIRA I VIRGILI	3	38492000
UNIVERSIDAD DE GIRONA	3	28138000
UNIVERSIDAD DE ALICANTE	3	24970000
INSTITUTO NACIONAL DE LA SALUD	3	30239000
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	3	25476000
GOBIERNO VASCO	3	9975000
HOSPITAL SANTA CRUZ Y SAN PABLO	3	45714000
HOSPITAL GENERAL VALLE DE EBRON	3	24333000
SERVICIO ANDALUZ DE SALUD	3	18036000
DIPUTACION DE ARAGON	2	13692800
FUNDACION VALENCIANA DE INVESTIGACIONES BIOMEDICAS	2	35407000
UNIVERSIDAD RAMON LLULL	2	24662000
ASOCIACION DE INVESTIGACION DE CERVEZA Y MALTA	2	21230000
UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ	2	18354000
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA DE LEON	2	33054000
INSTITUTO MUNICIPAL DE ASISTENCIA SANITARIA	2	27175000
JUNTA ANDALUCIA-CONS. AGRICULTURA Y PESCA	2	10868000
SERVICIO VALENCIANO DE SALUD	2	22000000
ASOCIACION PARA DESARROLLO INGENIERIA DEL CONOCIMIENTO	1	660000
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CATALUÑA	1	6160000
COMUNIDAD MADRID-CONS. SANIDAD Y SERVICIOS SOCIALES	1	12065000
UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	1	10725000
FUNDACIO D'INVESTIGACIO SANT PAU	1	5500000
UNIVERSIDAD DE LAS ISLAS BALEARES	1	3960000
REGION MURCIA-CONS. MEDIO AMBIENTE, AGRICULTURA Y AGUA	1	11742000
HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN CARLOS	1	14300000
GENERALITAT VALENCIA-CONS. SANIDAD Y CONSUMO	1	7912000
HOSPITAL CLINICO Y PROVINCIAL DE BARCELONA	1	5060000
INSTITUT DE DIAGNOSTIC PER LA IMATGE (IDI)	1	10120000
HOSPITAL GERMANS TRIAS I PUJOL (CAN RUTI)	1	4807000
HOSPITAL GREGORIO MARAÑÓN-COMUNIDAD MADRID	1	3565000
FUNDACION CENTRO DE ESTUDIOS AMBIENTALES DEL MEDITERRANEO	1	195000000

Proyectos financiados por el Plan Nacional en Biotecnología 1991-1998. Por centro

<i>ORGANISMO</i>	<i>CENTRO</i>	<i>Nº proyectos</i>	<i>Financiación (pesetas)</i>
ASOCIACION DE INVESTIGACION DE CERVEZA Y MALTA	INVESECEMA-CENTRO I+D	2	21230000
ASOCIACION PARA DESARROLLO INGENIERIA DEL CONOCIMIENTO	INSTITUTO DE INGENIERIA DEL CONOCIMIENTO	1	660000
CENTRO INV. ENERGETICAS, MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLOGICAS	INSTITUTO DE ENERGIAS RENOVABLES (IER)	5	68250000
COMUNIDAD MADRID-CONS. SANIDAD Y SERVICIOS SOCIALES	CENTRO DE TRANSFUSION	1	12065000
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	CENTRO DE BIOLOGIA MOLECULAR SEVERO OCHOA (CBM) (CSIC-UAM)	20	390938000
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	CENTRO DE CIENCIAS MEDIOAMBIENTALES (CCMA)	2	29265000
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	CENTRO DE EDAFOLOGIA Y BIOLOGIA APLICADA DEL SEGURA (CEBAS)	4	39474000
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO (CID)	30	432707000
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLOGICAS (CIB)	53	665375300
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	CENTRO NACIONAL DE BIOTECNOLOGIA (CNB)	59	737995000
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	ESTACION EXPERIMENTAL DEL ZAIDIN (EEZ)	14	219342500
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	ESTACION EXPERIMENTAL LA MAYORA (EELM)	2	11782000
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	INSTITUTO DE ACUICULTURA DE TORRE DE LA SAL (IARS)	3	17885000
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	INSTITUTO DE AGRICULTURA SOSTENIBLE (IAS)	6	62822000
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	INSTITUTO DE AGROQUIMICA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (IATA)	19	180904000
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	INSTITUTO DE BIOLOGIA MOLECULAR DE MADRID	1	18150000
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	INSTITUTO DE BIOLOGIA MOLECULAR Y CELULAR DE PLANTAS (IBMCP) (CSIC-U.POLITECNICA VALENCIA)	5	75034000
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	INSTITUTO DE BIOQUIMICA VEGETAL Y FOTOSINTESIS (IBVF) (CSIC-USE)	5	51723000
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	INSTITUTO DE CATALISIS Y PETROLEOQUIMICA (ICP)	14	120195000
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	INSTITUTO DE ESTUDIOS AVANZADOS DE LAS ISLAS BALEARES (IEAIB)	1	23320000
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	INSTITUTO DE FERMENTACIONES INDUSTRIALES (IFI)	4	62568000
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROBIOLOGICAS DE GALICIA (IIAG)	1	1400000

ORGANISMO**CENTRO****Nº**
proyectos **Financiación**
(pesetas)

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOMEDICAS (IIB)	14	169598000
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS DE VIGO (IIM)	2	15136000
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	INSTITUTO DE LA GRASA (IG)	9	123711000
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	INSTITUTO DE MICROBIOLOGIA BIOQUIMICA (IMB) (CSIC-USA)	8	69481000
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	INSTITUTO DE NUTRICION Y BROMATOLOGIA (INB)	1	6600000
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	INSTITUTO DE PARASITOLOGIA Y BIOMEDICINA LOPEZ NEYRA (IPBLN)	10	94244000
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	INSTITUTO DE PRODUCTOS LACTEOS DE ASTURIAS (IPLA)	3	28457000
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	INSTITUTO DE PRODUCTOS NATURALES Y AGROBIOLOGIA (IPNA)	1	15000000
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	INSTITUTO DE QUIMICA FISICA "ROCASOLANO" (IQFR)	2	26177000
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES Y AGROBIOLOGIA DE SEVILLA (IRNAS)	11	98888500
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	INSTITUTO DEL FRIO (IF)	4	41719000
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	INSTITUTO ESTUDIOS SOCIALES AVANZADOS DE MADRID (IESA)	1	3000000
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	INSTITUTO MEDITERRANEO DE ESTUDIOS AVANZADOS (IMEDEA)	1	10879000
DIPUTACION DE ARAGON	AGRICULTURA, GANADERIA Y MONTES	2	13692800
FUNDACIO D'INVESTIGACIO SANT PAU	HOSPITAL DURAN I REYNALS	1	5500000
FUNDACIO PRIVADA CLINIC PER A LA RECERCA BIOMEDICA		1	15456000
FUNDACIO PRIVADA CLINIC PER A LA RECERCA BIOMEDICA	UNIDAD MIXTA DE INVESTIGACION HOSPITAL CLINIC	2	10885000
FUNDACION CENTRO DE ESTUDIOS AMBIENTALES DEL MEDITERRANEO		1	195000000
FUNDACION INSTITUTO DE INVESTIGACION ONCOLOGICA		4	51195000
FUNDACION JIMENEZ DIAZ	CLINICA NTRA. SRA. DE LA CONCEPCION	7	81209000
FUNDACION VALENCIANA DE INVESTIGACIONES BIOMEDICAS	INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CITOLOGICAS	2	35407000
GAIKER - CENTRO DE TRANSFERENCIA TECNOLOGICA		4	15911000
GENERALITAT VALENCIA-CONS. SANIDAD Y CONSUMO	HOSPITAL CLINICO UNIVERSITARIO. VALENCIA	1	7912000
GOBIERNO VASCO	CENTRO DE INVESTIGACION Y MEJORA AGRARIA - ARKAUTE	3	9975000
HOSPITAL CLINICO Y PROVINCIAL DE BARCELONA		1	5060000

ORGANISMO**CENTRO**

Nº
proyectos

Financiación
(pesetas)

HOSPITAL GENERAL VALLE DE EBRON	INSTITUT CATALA DE LA SALUT	3	24333000
HOSPITAL GERMANS TRIAS I PUJOL (CAN RUTI)	INSTITUT CATALA DE LA SALUT	1	4807000
HOSPITAL GREGORIO MARAÑON-COMUNIDAD MADRID		1	3565000
HOSPITAL SANTA CRUZ Y SAN PABLO		3	45714000
HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN CARLOS		1	14300000
INSTITUT DE DIAGNOSTIC PER LA IMATGE (IDI)	CENTRE DE RESSONANCIA MAGNETICA VALL D'HEBRON	1	10120000
INSTITUT DE RECERCA I TECNOLOGIA AGROALIMENTARIES	CENTRE DE CABRILS	8	84844600
INSTITUT DE RECERCA I TECNOLOGIA AGROALIMENTARIES	CENTRE DE TECNOLOGIA DE LA CARN	3	25520000
INSTITUT DE RECERCA I TECNOLOGIA AGROALIMENTARIES	CENTRO MAS BOVE	1	11983000
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA DE LEON		2	33054000
INSTITUTO DE SALUD CARLOS III	CENTRO NACIONAL DE BIOLOGIA CELULAR Y RETROVIRUS	3	19740000
INSTITUTO DE SALUD CARLOS III	CENTRO NACIONAL DE BIOLOGIA FUNDAMENTAL	1	2060000
INSTITUTO DE SALUD CARLOS III	CENTRO NACIONAL MICROBIOLOGIA, VIROLOGIA E INM. SANITARIA	5	71170000
INSTITUTO MUNICIPAL DE ASISTENCIA SANITARIA	INSTITUTO MUNICIPAL DE INVESTIGACION MEDICA (IMIM)	2	27175000
INSTITUTO NAC. DE INV. Y TEC. AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)		1	12749000
INSTITUTO NAC. DE INV. Y TEC. AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)	CENTRO DE INVESTIGACION EN SANIDAD ANIMAL (CISA)	6	70206000
INSTITUTO NAC. DE INV. Y TEC. AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)	CENTRO DE INVESTIGACION Y TECNOLOGIA (CIT)	11	117256000
INSTITUTO NAC. DE INV. Y TEC. AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)	SUBDIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y TECNOLOGIA	1	15152000
INSTITUTO NACIONAL DE LA SALUD	HOSPITAL RAMON Y CAJAL	2	16170000
INSTITUTO NACIONAL DE LA SALUD	HOSPITAL UNIVERSITARIO 12 DE OCTUBRE	1	14069000
INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS		7	80066500
JUNTA ANDALUCIA-CONS. AGRICULTURA Y PESCA	CENTRO INVESTIGACION Y DESARROLLO AGRARIO. LAS TORRES-TOMEJIL	2	10868000
REGION MURCIA-CONS. MEDIO AMBIENTE, AGRICULTURA Y AGUA	CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO AGROALIMENTARIO	1	11742000
SERVICIO ANDALUZ DE SALUD	HOSPITAL CARLOS HAYA	1	3080000
SERVICIO ANDALUZ DE SALUD	HOSPITAL GENERAL DE ESPECIALIDADES VIRGEN DE LAS NIEVES	1	9020000

ORGANISMO**CENTRO****Nº
proyectos** **Financiación
(pesetas)**

SERVICIO ANDALUZ DE SALUD	HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN DEL ROCIO	1	5936000
SERVICIO VALENCIANO DE SALUD	HOSPITAL LA FE	2	22000000
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA	FACULTAD DE CIENCIAS	18	266239000
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA	FACULTAD DE MEDICINA	3	15788000
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA	FACULTAD DE MEDICINA (U.D. VALLE DE HEBRON)	3	24327000
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA	FACULTAD DE VETERINARIA	8	93676000
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA	INSTITUTO DE BIOLOGIA FUNDAMENTAL	6	123864000
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID	CENTRO DE BIOLOGIA MOLECULAR SEVERO OCHOA (CBM) (CSIC-UAM)	12	109848000
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID	FACULTAD DE CIENCIAS	14	118912000
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID	FACULTAD DE MEDICINA	2	10740000
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID	FACULTAD DE MEDICINA (U.D. CLINICA PUERTA DE HIERRO)	1	7040000
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID	FACULTAD DE PSICOLOGIA	1	3047000
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	FACULTAD DE BIOLOGIA	3	30244500
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	FACULTAD DE FARMACIA	7	97394000
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	FACULTAD DE GEOLOGIA	1	5027000
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	FACULTAD DE MEDICINA	1	15400000
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	FACULTAD DE QUIMICA	12	98705000
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	FACULTAD DE VETERINARIA	19	193084000
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	INSTITUTO DE INVESTIGACION PLURIDISCIPLINAR	1	17087000
UNIVERSIDAD DE ALCALA DE HENARES	FACULTAD DE CIENCIAS	6	80555000
UNIVERSIDAD DE ALCALA DE HENARES	FACULTAD DE FARMACIA	11	70567000
UNIVERSIDAD DE ALCALA DE HENARES	FACULTAD DE MEDICINA	2	14960000
UNIVERSIDAD DE ALICANTE	FACULTAD DE CIENCIAS	2	12760000
UNIVERSIDAD DE ALICANTE	FACULTAD DE MEDICINA	1	12210000
UNIVERSIDAD DE ALMERIA	ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR	1	15594000

ORGANISMO**CENTRO****Nº
proyectos** **Financiación
(pesetas)**

UNIVERSIDAD DE ALMERIA	FACULTAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES	3	52247000
UNIVERSIDAD DE BARCELONA	FACULTAD DE BIOLOGIA - DIVISION III	12	114542000
UNIVERSIDAD DE BARCELONA	FACULTAD DE FARMACIA	1	9240000
UNIVERSIDAD DE BARCELONA	FACULTAD DE FARMACIA - DIVISION IV	5	44480000
UNIVERSIDAD DE BARCELONA	FACULTAD DE MEDICINA - DIVISION IV	1	8250000
UNIVERSIDAD DE BARCELONA	FACULTAD DE QUIMICA - DIVISION III	5	34232000
UNIVERSIDAD DE CADIZ	FACULTAD DE CIENCIAS	5	57591600
UNIVERSIDAD DE CADIZ	FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR	2	14217000
UNIVERSIDAD DE CADIZ	FACULTAD DE MEDICINA	1	4400000
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	FACULTAD DE MEDICINA	5	43909000
UNIVERSIDAD DE CORDOBA	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRONOMOS Y DE MONTES	8	83268000
UNIVERSIDAD DE CORDOBA	FACULTAD DE CIENCIAS	9	71788000
UNIVERSIDAD DE CORDOBA	FACULTAD DE MEDICINA	1	9530000
UNIVERSIDAD DE CORDOBA	FACULTAD DE VETERINARIA	9	66219000
UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA	FACULTAD DE CIENCIAS	5	28328000
UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA	FACULTAD DE MEDICINA	1	9900000
UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA	FACULTAD DE VETERINARIA	1	7700000
UNIVERSIDAD DE GIRONA	FACULTAD DE CIENCIAS	1	7612000
UNIVERSIDAD DE GIRONA	FACULTAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES Y DE LA SALUD	1	10450000
UNIVERSIDAD DE GIRONA	INSTITUTO DE ECOLOGIA ACUATICA	1	10076000
UNIVERSIDAD DE GRANADA	FACULTAD DE CIENCIAS	6	34985000
UNIVERSIDAD DE GRANADA	FACULTAD DE FARMACIA	4	33660000
UNIVERSIDAD DE GRANADA	FACULTAD DE MEDICINA	1	14927000
UNIVERSIDAD DE GRANADA	FACULTAD DE MEDICINA (U.D. HOSPITAL VIRGEN DE LAS NIEVES)	1	7260000
UNIVERSIDAD DE GRANADA	INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA	1	8970000

ORGANISMO**CENTRO****Nº
proyectos** **Financiación
(pesetas)**

UNIVERSIDAD DE GRANADA	INSTITUTO DEL AGUA	1	18700000
UNIVERSIDAD DE LA CORUÑA	FACULTAD DE CIENCIAS	5	23902000
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	FACULTAD DE BIOLOGIA	1	5676000
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	FACULTAD DE FARMACIA	1	8800000
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	INSTITUTO UNIVERSITARIO DE BIO-ORGANICA	1	11000000
UNIVERSIDAD DE LAS ISLAS BALEARES	BIOLOGIA FUNDAMENTAL Y CIENCIAS SALUD	1	3960000
UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR	1	10725000
UNIVERSIDAD DE LEON	FACULTAD DE BIOLOGIA	12	147663000
UNIVERSIDAD DE LEON	FACULTAD DE VETERINARIA	9	82454500
UNIVERSIDAD DE LLEIDA	FACULTAD DE MEDICINA	4	14000000
UNIVERSIDAD DE MALAGA	FACULTAD DE CIENCIAS	10	82167000
UNIVERSIDAD DE MURCIA	FACULTAD DE BIOLOGIA	4	41580000
UNIVERSIDAD DE MURCIA	FACULTAD DE QUIMICAS	2	29150000
UNIVERSIDAD DE MURCIA	FACULTAD DE VETERINARIA	1	13156000
UNIVERSIDAD DE NAVARRA	FACULTAD DE FARMACIA	3	11432800
UNIVERSIDAD DE NAVARRA	FACULTAD DE MEDICINA	6	57158000
UNIVERSIDAD DE OVIEDO	FACULTAD DE BIOLOGIA	4	37002000
UNIVERSIDAD DE OVIEDO	FACULTAD DE MEDICINA	11	107142000
UNIVERSIDAD DE OVIEDO	FACULTAD DE QUIMICAS	5	75705000
UNIVERSIDAD DE OVIEDO	INSTITUTO UNIVERSITARIO DE BIOTECNOLOGIA DE ASTURIAS	1	7018000
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA	FACULTAD DE BIOLOGIA	20	119900000
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA	FACULTAD DE MEDICINA	2	14960000
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA	INSTITUTO DE MICROBIOLOGIA BIOQUIMICA (IMB) (CSIC-USA)	3	27111000
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA	FACULTAD DE BIOLOGIA	3	31625000
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA	FACULTAD DE FARMACIA	4	25905000

ORGANISMO**CENTRO****Nº
proyectos** **Financiación
(pesetas)**

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA	FACULTAD DE QUIMICA	8	74480000
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA	FACULTAD DE VETERINARIA	2	12535000
UNIVERSIDAD DE SEVILLA	FACULTAD DE BIOLOGIA	13	150024000
UNIVERSIDAD DE SEVILLA	FACULTAD DE FARMACIA	4	37400000
UNIVERSIDAD DE SEVILLA	FACULTAD DE MEDICINA	1	4730000
UNIVERSIDAD DE SEVILLA	FACULTAD DE QUIMICA	5	27713000
UNIVERSIDAD DE SEVILLA	INSTITUTO DE BIOQUIMICA VEGETAL Y FOTOSINTESIS (IBVF) (CSIC-USE)	1	2875000
UNIVERSIDAD DE VALENCIA	FACULTAD DE BIOLOGIA	14	124188000
UNIVERSIDAD DE VALENCIA	FACULTAD DE FARMACIA	3	14900000
UNIVERSIDAD DE VALENCIA	FACULTAD DE MEDICINA Y ODONTOLOGIA	2	7860000
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	FACULTAD DE CIENCIAS	5	97031000
UNIVERSIDAD DE VIGO	FACULTAD DE CIENCIAS	6	47612000
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA	CENTRO POLITECNICO SUPERIOR DE INGENIEROS	1	12221000
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA	FACULTAD DE CIENCIAS	3	43504000
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA	FACULTAD DE MEDICINA	4	24455000
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA	FACULTAD DE VETERINARIA	8	59614000
UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO	ESCUELA TECNICA SUPERIOR ING. INDUSTRIALES Y TELECOMUNICACION	1	8800000
UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO	FACULTAD DE CIENCIAS	5	24481500
UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO	FACULTAD DE FARMACIA	3	12669300
UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO	FACULTAD DE QUIMICA	1	4400000
UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ	FACULTAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES	2	18354000
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CATALUÑA	ESCUELA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE BARCELONA	1	6160000
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRONOMOS	15	182928000
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MONTES	3	30320000
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE ING. CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	1	750000

ORGANISMO***CENTRO******Nº***
proyectos ***Financiación***
(pesetas)

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRONOMOS	10	98480000
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA	INSTITUTO DE BIOLOGIA MOLECULAR Y CELULAR DE PLANTAS (IBMCP) (CSIC-U.POLITECNICA VALENCIA)	4	37577000
UNIVERSIDAD PUBLICA DE NAVARRA	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRONOMOS	6	41547000
UNIVERSIDAD RAMON LLULL	C.E.T.S. INSTITUTO QUIMICO DE SARRIA	2	24662000
UNIVERSIDAD ROVIRA I VIRGILI	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERIA	1	9148000
UNIVERSIDAD ROVIRA I VIRGILI	FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD	1	21175000
UNIVERSIDAD ROVIRA I VIRGILI	FACULTAD DE QUIMICA	1	8169000

***Proyectos financiados por el Plan Nacional en Biotecnología 1991-1998.
Por investigador***

<i>INVESTIGADOR</i>	<i>ORGANISMO</i>	<i>Nº proyectos</i>	<i>Financiación (pesetas)</i>
ABELLA AMETLLER, CARLOS	UNIVERSIDAD DE GIRONA	1	10076000
ADARRAGA MORALES, PABLO	ASOCIACION PARA DESARROLLO INGENIERIA DEL CONOCIMIENTO	1	660000
AGÜERO BALBIN, JESUS	UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	2	14883000
AGUILERA LOPEZ, ANDRES	UNIVERSIDAD DE SEVILLA	2	5600000
ALARCON SANCHEZ, BALBINO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	4560000
ALCAMI PERTEJO, JOSE	INSTITUTO NACIONAL DE LA SALUD	1	14069000
ALCINA MADUEÑO, ANTONIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	12980000
ALDAMIZ-ECHEBARRIA ZULUETA, PALOMA	GAIKER - CENTRO DE TRANSFERENCIA TECNOLOGICA	3	14087000
ALEGRET SANROMA, SALVADOR	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA	3	43876000
ALEMANY DE LA PEÑA, SUSANA	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	34879000
ALIÑO PELLICER, SALVADOR F	UNIVERSIDAD DE VALENCIA	1	2800000
ALMENDRAL DEL RIO, JOSE MARIA	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID	2	33044000
ALONSO BEDATE, CARLOS	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	37136000
ALONSO LEBRERO, MIGUEL ANGEL	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	9900000
ALSINA ESTELLER, MARIA ASUNCION	UNIVERSIDAD DE BARCELONA	3	16870000
ALVAREZ DE MON SOTO, MELCHOR	UNIVERSIDAD DE ALCALA DE HENARES	1	7260000
ALVAREZ HERRERO, MARIA DEL CARMEN	UNIVERSIDAD DE MALAGA	1	4200000
ALVAREZ PELLITERO, MARIA PILAR	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	12705000
AMILS PIBERNAT, RICARDO	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID	2	24420000
ANDREU MOLINER, ENRIQUE SANTIAGO	UNIVERSIDAD DE VALENCIA	1	7920000
ARACIL MIRA, JOSE	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	2	6200000
ARANDA IRIARTE, ANA MARIA	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	5100000
ARANGONCILLO BALLESTEROS, CIPRIANO	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID	1	15620000
ARAUZO PEREZ, JESUS	UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA	1	12221000
ARIAS FERNANDEZ, MARIA ENRIQUETA	UNIVERSIDAD DE ALCALA DE HENARES	3	21337000
ARIÑO CARMONA, JOAQUIN	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA	3	8996000
ARRILLAGA MATEOS, ISABEL	UNIVERSIDAD DE VALENCIA	1	7021000
ARRUGA LAVIÑA, MARIA VICTORIA	UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA	3	19430000
ARUS GORINA, PEDRO	INSTITUT DE RECERCA I TECNOLOGIA AGROALIMENTARIES	2	22560000
ASINS CEBRIAN, MARIA JOSE	INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS	1	12320000
ATRIAN VENTURA, SILVIA	UNIVERSIDAD DE BARCELONA	1	12815000
AVILES PUIGVERT, FRANCISCO JAVIER	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA	3	85655000
AYALA SERRANO, JUAN ALFONSO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	29425000

<i>INVESTIGADOR</i>	<i>ORGANISMO</i>	<i>Nº proyectos</i>	<i>Financiación (pesetas)</i>
AZCON GONZALEZ DE AGUILAR, ROSARIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	12699500
AZNAR MARTIN, JAVIER	UNIVERSIDAD DE SEVILLA	1	4730000
BACHS VALLDENEU, ORIOL	UNIVERSIDAD DE BARCELONA	1	8250000
BALLESTER PEREZ, ANTONIO	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	3	24795000
BALLESTEROS OLMO, ANTONIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	6	50025000
BARBERAN PELEGRIN, MONTSERRAT	UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA	1	1932000
BARBES MIGUEL, COVADONGA	UNIVERSIDAD DE OVIEDO	1	12862000
BARCELO CULLERES, DAMIA	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	12555000
BAREA NAVARRO, JOSE MIGUEL	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	14100000
BARJA PEREZ, JUAN LUIS	UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA	1	10780000
BARON AYALA, MATILDE MARIA	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	6440000
BASELGA IZQUIERDO, MANUEL	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA	2	25263000
BAYONA TERMENS, JOSEP	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	2000000
BELTRAN PORTER, JOSE PIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	32712000
BENEDITO MENGOD, CARMEN	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	21148000
BENITEZ FERNANDEZ, CONCEPCION TAHIA	UNIVERSIDAD DE SEVILLA	3	43750000
BENITEZ ORTIZ, JAVIER	FUNDACION JIMENEZ DIAZ	1	7117000
BENITO JIMENEZ, CESAR	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	1	12864500
BERENGUER CARLOS, JOSE	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID	1	10695000
BERNAD MIANA, ANTONIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	14350000
BIGAS SALVANS, ANNA	FUNDACION INSTITUTO DE INVESTIGACION ONCOLOGICA	1	10603000
BLANCA GOMEZ, MIGUEL	SERVICIO ANDALUZ DE SALUD	1	3080000
BLANCO ALVAREZ, JORGE	UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA	2	12535000
BLANCO FERNANDEZ, JERONIMO	FUNDACION INSTITUTO DE INVESTIGACION ONCOLOGICA	1	9867000
BLANCO LOPEZ, MIGUEL ANGEL	UNIVERSIDAD DE CORDOBA	1	2926000
BLANCO MARTIN, ROSA MARIA	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	9790000
BLASCO MARTINEZ, JOSE MARIA	DIPUTACION DE ARAGON	2	13692800
BONETE PEREZ, MARIA JOSE	UNIVERSIDAD DE ALICANTE	1	1100000
BORDONS DE PORRATA-DORIA, ALBERT	UNIVERSIDAD ROVIRA I VIRGILI	1	8169000
BORRAS CUESTA, FRANCISCO	UNIVERSIDAD DE NAVARRA	1	10560000
BOSCH NAVARRO, ALBERTO	UNIVERSIDAD DE BARCELONA	2	21230000
BOSCH TUBERT, FATIMA	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA	2	61128000
BUEREN RONCERO, JUAN ANTONIO	CENTRO INV. ENERGETICAS, MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLOGICAS	1	21160000
BURGOS GONZALEZ, JUSTINO	UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA	1	7700000
CABALLERO MURILLO, PRIMITIVO	UNIVERSIDAD PUBLICA DE NAVARRA	1	9162000
CABRERA CABALLERO, ADORACION	UNIVERSIDAD DE CORDOBA	1	4180000
CACERES ARRIBAS, PILAR	UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA	1	4180000

<i>INVESTIGADOR</i>	<i>ORGANISMO</i>	<i>Nº proyectos</i>	<i>Financiación (pesetas)</i>
CAMBRA ALVAREZ, MARIANO	INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS	1	32522000
CAMESELLE VIÑA, JOSE CARLOS	UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA	1	9900000
CAÑÓN FERRERAS, FRANCISCO JAVIER	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	1	9936000
CANTERO MORENO, DOMINGO	UNIVERSIDAD DE CÁDIZ	1	6380000
CARAZO GARCIA, JOSE MARIA	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	3	38515000
CARBALLEIRA OCAÑA, ALEJO	UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA	1	5500000
CARBONELL GUEVARA, EMILIO	INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS	1	9157500
CARBONERO ZALDUEGUI, MARIA PILAR	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	22495000
CARBONERO ZALDUEGUI, MARIA PILAR	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID	2	46838000
CARDENAS TORRES, JACOBO	UNIVERSIDAD DE CORDOBA	1	15950000
CARMENES DIEZ, PEDRO	UNIVERSIDAD DE LEON	1	5940000
CARRANZA MORA, FRANCISCO	UNIVERSIDAD DE SEVILLA	2	11625000
CARRASCO GARCIA, JUAN ESTEBAN	CENTRO INV. ENERGETICAS, MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLOGICAS	1	6000000
CARRASCO LLAMAS, LUIS	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID	1	21010000
CARREÑO GARCIA, VICENTE	FUNDACION JIMENEZ DIAZ	1	4950000
CARRILLO ESTEVEZ, MANUEL	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	3500000
CASADEMONT POU, JORGE	HOSPITAL CLINICO Y PROVINCIAL DE BARCELONA	1	5060000
CASAS VALENCIA, CARMEN	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	1	7700000
CASCANTE SERRATOSA, MARTA	UNIVERSIDAD DE BARCELONA	1	5290000
CASTILLO HERNANDEZ, JUAN ANTONIO	UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA	1	7315000
CASTRESANA FERNANDEZ, CARMEN	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	3	37025000
CASTRO ARGANDA, JOSE MARIA	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	2	23815000
CEGARRA ROSIQUE, JUAN	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	1700000
CEJUDO FERNANDEZ, FRANCISCO JAVIER	UNIVERSIDAD DE SEVILLA	1	2875000
CERDA OLMEDO, ENRIQUE	UNIVERSIDAD DE SEVILLA	1	19800000
CERDAN VILLANUEVA, MARIA ESPERANZA	UNIVERSIDAD DE LA CORUÑA	4	14610000
CHAMARRO LAPUERTA, JESUS	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	7303000
CLAPES SABORIT, PERE	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	2300000
COLL MORALES, JULIO	INSTITUTO NAC. DE INV. Y TEC. AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)	1	16737000
COLL TOLEDANO, JOSE	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	14740000
COLOMA JEREZ, ANTONIO	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID	1	8740000
CORNEJO CONTRERAS, ISIDRO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	2200000
COSIO CARAVASI, ERIC GABRIEL	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	16830000
CRUZ CALAHORRA, FERNANDO DE LA	UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	1	18370000
CRUZ SAN JULIAN, JOSE JAVIER	UNIVERSIDAD DE GRANADA	1	18700000
CUBERO SALMERON, JOSE IGNACIO	UNIVERSIDAD DE CORDOBA	3	39777000
CUEVAS SANCHEZ, PEDRO	INSTITUTO NACIONAL DE LA SALUD	1	10670000

<i>INVESTIGADOR</i>	<i>ORGANISMO</i>	<i>Nº proyectos</i>	<i>Financiación (pesetas)</i>
CULIAÑEZ MACIA, FRANCISCO ANTONIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	10538000
DARIAS JEREZ, JOSE	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	15000000
DE LA HERA MARTINEZ, ANTONIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	31339000
DE LA TORRE GARCIA QUINTANA, CONSUELO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	12100000
DEL CAMPO FORNIS, JOSE MARIA	HOSPITAL GENERAL VALLE DE EBRO	1	1540000
DEL CAÑIZO FERNANDEZ ROLDAN, CONSUELO	UNIVERSIDAD DE SALAMANCA	1	3960000
DEL MAZO MARTINEZ, JESUS	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	7200000
DEL REY IGLESIAS, FRANCISCO J.	UNIVERSIDAD DE SALAMANCA	8	47949000
DEL RIO ZAMBRANA, JOAQUIN	UNIVERSIDAD DE NAVARRA	1	2595000
DIAZ FERNANDEZ, MARIO	UNIVERSIDAD DE OVIEDO	1	7590000
DIAZ GARCIA MAURIÑO, TERESA	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	5500000
DIAZ GARCIA, RAMON	UNIVERSIDAD DE NAVARRA	1	5610000
DIAZ OREJAS, RAMON	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	40040000
DIAZ RUIZ, JOSE RAMON	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	4	57154300
DIEZ DE BETHENCOURT, CLARA ANTONIA	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	23320000
DIEZ MARTIN, JOSE LUIS	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID	1	7040000
DIEZ NICLOS, Mª JOSE	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA	1	12402000
DOMINGO ALVAREZ, MARIANO	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA	1	9560000
DOMINGO GALAN, ALBERTO	UNIVERSIDAD DE ALCALA DE HENARES	1	7700000
DOMINGO SOLANS, ESTEBAN	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	3130000
DOMINGUEZ CAÑAS, ELENA	UNIVERSIDAD DE ALCALA DE HENARES	3	13480000
DOMINGUEZ JUNCAL, FRANCISCO JAVIER	INSTITUTO NAC. DE INV. Y TEC. AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)	2	16545000
DOMINGUEZ OLAVARRI, ANGEL	UNIVERSIDAD DE SALAMANCA	3	11810000
DORADO PEREZ, GABRIEL	UNIVERSIDAD DE CORDOBA	1	2000000
DUÑACH MASJUAN, MIREIA	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA	1	4000000
DURAN BRAVO, ANGEL	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	15630000
ECHEVARRIA RUIZ DE VARGAS, CRISTINA	UNIVERSIDAD DE SEVILLA	1	1150000
ENGEL ROCAMORA, PABLO	FUNDACIO PRIVADA CLINIC PER A LA RECERCA BIOMEDICA	1	15456000
ENJUANES SANCHEZ, LUIS	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	8	95695000
ESPINOSA PADRON, MANUEL	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	4	86308000
ESTEBAN MUR, JUAN IGNACIO	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA	2	18497000
ESTEBAN MUR, RAFAEL	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA	1	5830000
ESTEBAN RODRIGUEZ, MARIANO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	32450000
ESTEPA PEREZ, Mª AMPARO	UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ	1	3450000
ESTEVEZ TORANZO, ALICIA	UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA	1	15345000
ESTIVILL PALLEJA, XAVIER	FUNDACIO D'INVESTIGACIO SANT PAU	1	5500000
ESTRUCH ROS, FRANCISCO	UNIVERSIDAD DE VALENCIA	2	19757000

<i>INVESTIGADOR</i>	<i>ORGANISMO</i>	<i>Nº proyectos</i>	<i>Financiación (pesetas)</i>
FABRA FRES, ANGELS	FUNDACION INSTITUTO DE INVESTIGACION ONCOLOGICA	1	13925000
FABREGAS CASAL, JAIME	UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA	1	7480000
FENOLL COMES, CARMEN	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID	2	5880000
FERERES CASTIEL, ALBERTO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	14415000
FERNANDEZ ALVAREZ, LEONIDES	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	1	6457000
FERNANDEZ LOBATO, MARIA	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID	2	25697000
FERNANDEZ LOPEZ, VICTOR MANUEL	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	5	31252000
FERNANDEZ POLANCO FDEZ MOREDA, FERNANDO	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	2	41316000
FERNANDEZ TIBURCIO, ANTONIO	UNIVERSIDAD DE BARCELONA	2	27610000
FERNANDEZ TRESGUERRES RODRIGUEZ, ELENA	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	11660000
FERRE MANZANERO, JUAN	UNIVERSIDAD DE VALENCIA	2	13138000
FERRER SOLER, SERGI	UNIVERSIDAD DE VALENCIA	1	10607000
FIGUERAS HUERTAS, ANTONIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	15136000
FITA RODRIGUEZ, IGNACIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	2500000
FLORES DURAN, JOSE	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	14520000
FLORES GARCIA, ENRIQUE	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	14410000
FLORES PEDAUVÉ, RICARDO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	3900000
FLORS BONET, AGUSTIN	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	9130000
FRAILE PEREZ, AURORA	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID	1	19886000
FRESNO ESCUDERO, MANUEL	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	34760000
FRESNO ESCUDERO, MANUEL	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID	1	1500000
GAGO BADENAS, FEDERICO	UNIVERSIDAD DE ALCALA DE HENARES	1	1309000
GAMAZO DE LA RASILLA, CARLOS	UNIVERSIDAD DE NAVARRA	1	3266000
GANCEDO RODRIGUEZ, CARLOS	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	3	11419000
GARCIA ALVAREZ, JUAN ANTONIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	6	79896000
GARCIA BALLESTA, JUAN PEDRO	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID	4	19095000
GARCIA CALVO, ELOY	UNIVERSIDAD DE ALCALA DE HENARES	2	31548000
GARCIA CAMACHO, FRANCISCO	UNIVERSIDAD DE ALMERIA	1	18400000
GARCIA CARMONA, FRANCISCO	UNIVERSIDAD DE MURCIA	3	33220000
GARCIA GUERRERO, MIGUEL	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	11660000
GARCIA LOBO, JUAN MARIA	UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	2	10656000
GARCIA LOPEZ, ERNESTO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	13420000
GARCIA LOPEZ, JOSE LUIS	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	30971000
GARCIA LUQUE, ISABEL	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	13018000
GARCIA MARI, FERNANDO	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA	1	10439000
GARCIA MARIN, JUAN FRANCISCO	UNIVERSIDAD DE LEON	1	6765000

<i>INVESTIGADOR</i>	<i>ORGANISMO</i>	<i>Nº proyectos</i>	<i>Financiación (pesetas)</i>
GARCIA MARTINEZ, JOSE LUIS	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	24901000
GARCIA REGUEIRO, JOSE ANTONIO	INSTITUT DE RECERCA I TECNOLOGIA AGROALIMENTARIES	1	7480000
GARCIA SANCHEZ, FELIX	COMUNIDAD MADRID-CONS. SANIDAD Y SERVICIOS SOCIALES	1	12065000
GARCIA SANCHEZ, FRANCISCO	UNIVERSIDAD DE MALAGA	1	8580000
GARCIA SANZ, MARIA LUISA	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	1	4620000
GARCIA-ARENAL RODRIGUEZ, FERNANDO	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID	2	41338000
GARCIA-BLAIRSY REINA, GUILLERMO	UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	1	10725000
GARCIA-OCHOA SORIA, FELIX	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	2	30574000
GARRIDO FERNANDEZ, ANTONIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	25740000
GARRIDO PERTIERRA, AMANDO	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	1	3595000
GARRIDO TORRES PUCHOL, FEDERICO	SERVICIO ANDALUZ DE SALUD	1	9020000
GARRIDO VIVAS, ANTONIO	INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS	1	2860000
GIL SANTOS, JOSE ANTONIO	UNIVERSIDAD DE LEON	2	27280000
GIL SERRANO, ANTONIO MIGUEL	UNIVERSIDAD DE SEVILLA	2	14388000
GILI PLANAS, JAIME	INSTITUT DE DIAGNOSTIC PER LA IMATGE (IDI)	1	10120000
GIMENEZ GALLEGO, GUILLERMO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	48466000
GIRALDEZ CEBALLOS-ESCALERA, RAMON	UNIVERSIDAD DE OVIEDO	2	18275000
GIRBES JUAN, TOMAS	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	3	55715000
GODIA CASABLANCAS, FRANCESC	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA	4	66354000
GOMEZ FERNANDEZ, LUIS	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID	1	14300000
GOMEZ FOIX, ANA M.	UNIVERSIDAD DE BARCELONA	1	12512000
GOMEZ GARCIA, VICTORIA	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	7920000
GOMEZ LUS, RAFAEL	UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA	2	18755000
GOMEZ MARTINEZ, ROSARIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	2962000
GOMEZ-GUILLAMON ARRABAL, MARIA LUISA	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	2398000
GOMEZ-LUCIA Y DUATO, MARIA ESPERANZA	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	1	7865000
GOMEZ-MORENO CALERA, CARLOS	UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA	3	43504000
GOMEZ-PINEDA RIPOLLES, ALFONSO	HOSPITAL GREGORIO MARAÑÓN-COMUNIDAD MADRID	1	3565000
GONZALEZ AGUILERA, JUAN JOSE	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID	1	10164000
GONZALEZ BECERRA, ALDO ENRIQUE	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	5	35022000
GONZALEZ COLLADO, ISIDRO	UNIVERSIDAD DE CADIZ	1	11171600
GONZALEZ DE LA CAMPA, ADELA	INSTITUTO DE SALUD CARLOS III	1	4400000
GONZALEZ DE LOS REYES GAVILAN, CLARA	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	8140000
GONZALEZ DEL RIO RAMS, JULIO	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA	1	750000
GONZALEZ DUARTE, PILAR	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA	1	7040000
GONZALEZ DUARTE, ROSER	UNIVERSIDAD DE BARCELONA	2	19250000
GONZALEZ FERNANDEZ, AFRICA	UNIVERSIDAD DE VIGO	1	2300000

<i>INVESTIGADOR</i>	<i>ORGANISMO</i>	<i>Nº proyectos</i>	<i>Financiación (pesetas)</i>
GONZALEZ GONZALEZ, ANTONIO	UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	1	11000000
GONZALEZ LOPEZ, JESUS	UNIVERSIDAD DE GRANADA	1	7425000
GONZALEZ PACANOWSKA, DOLORES	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	17227000
GONZALEZ PRIETO, MARIA JOSEFA	UNIVERSIDAD DE LEON	1	5500000
GONZALEZ RONCERO, MARIA ISABEL	UNIVERSIDAD DE CORDOBA	3	22065000
GONZALEZ SARMIENTO, ROGELIO	UNIVERSIDAD DE SALAMANCA	1	11000000
GONZALEZ VILLA, TOMAS	UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA	2	14960000
GOSALVEZ BERENGUER, JOSE JAIME	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID	1	12738000
GOTOR SANTAMARIA, VICENTE	UNIVERSIDAD DE OVIEDO	3	63055000
GUERRERO MORENO, RICARDO	UNIVERSIDAD DE BARCELONA	1	2500000
GUIGO SERRA, RODERIC	INSTITUTO MUNICIPAL DE ASISTENCIA SANITARIA	1	23215000
GUISAN SEIJAS, JOSE MANUEL	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	17600000
GUTIERREZ GALINDO, JUAN FRANCISCO	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA	1	4543000
GUTIERREZ LAVIN, ANTONIO	UNIVERSIDAD DE OVIEDO	1	5060000
HARDISSON RUMEU, CARLOS	UNIVERSIDAD DE OVIEDO	1	11880000
HARO CASTELLA, CESAR JESUS DE	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	1600000
HARO VILLAR, ISABEL	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	6270000
HEREDIA MORENO, ANTONIA	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	15290000
HERNANDEZ CRUZA, PABLO ELPIDIO	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	1	8140000
HERNANDEZ GIMENEZ, ENRIQUE	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA	1	7700000
HERNANDEZ RODRIGUEZ, SANTIAGO	UNIVERSIDAD DE CORDOBA	2	15125000
HERRERO PERPIÑAN, ENRIQUE	UNIVERSIDAD DE LLEIDA	4	14000000
HIDALGO GARCIA, FRANCISCO JAVIER	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	22660000
HOZ PERALES, LORENZO DE LA	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	1	16269000
HUEROS SOTO, GREGORIO	UNIVERSIDAD DE ALCALA DE HENARES	1	900000
HUGAS MAURICI, MARTA	INSTITUT DE RECERCA I TECNOLOGIA AGROALIMENTARIES	1	8140000
IBORRA PASTOR, JOSE LUIS	UNIVERSIDAD DE MURCIA	2	29150000
ILLA SENDRA, ISABEL	HOSPITAL SANTA CRUZ Y SAN PABLO	1	15400000
IMPERIAL RODENAS, JUAN	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID	1	18128000
IRACHE GARRETA, JUAN MANUEL	UNIVERSIDAD DE NAVARRA	1	2944000
ISAMAT RIVIERE, MARC	HOSPITAL GERMANS TRIAS I PUJOL (CAN RUTI)	1	4807000
IZA LOPEZ, JON	UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO	1	8800000
IZQUIERDO ROJO, MARTA	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID	1	13827000
JAPON RODRIGUEZ, MIGUEL ANGEL	SERVICIO ANDALUZ DE SALUD	1	5936000
JIMENEZ DIAZ, RAFAEL MANUEL	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	18414000
JIMENEZ DIAZ, RUFINO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	20252000
JIMENEZ ESCAMILLA, MISERICORDIA	UNIVERSIDAD DE VALENCIA	1	12376000

<i>INVESTIGADOR</i>	<i>ORGANISMO</i>	<i>Nº proyectos</i>	<i>Financiación (pesetas)</i>
JIMENEZ MARTINEZ, ANTONIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	27566000
JIMENEZ MARTINEZ, ANTONIO	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID	5	37677000
JIMENEZ MARTINEZ, JUAN	UNIVERSIDAD DE MALAGA	1	10143000
JORCANO NOVAL, JOSE LUIS	CENTRO INV. ENERGETICAS, MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLOGICAS	1	31625000
JORDA GUTIERREZ, CONCEPCION	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA	2	10006000
JORDANO FRAGA, JUAN BAUTISTA	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	3	25118000
JOUVE DE LA BARREDA, NICOLAS	UNIVERSIDAD DE ALCALA DE HENARES	3	48107000
JUSTE JORDAN, RAMON ANTONIO	GOBIERNO VASCO	1	6765000
KATAKIS, IOANIS	UNIVERSIDAD ROVIRA I VIRGILI	1	9148000
LACAL SANJUAN, JUAN CARLOS	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	27275000
LACASA PLASENCIA, ALFREDO	REGION MURCIA-CONS. MEDIO AMBIENTE, AGRICULTURA Y AGUA	1	11742000
LALUCAT JO, JORGE	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	10879000
LARRALDE BERRIO, JESUS	UNIVERSIDAD DE NAVARRA	1	5222800
LARRIBA CALLE, GERMAN	UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA	3	18098000
LAUZURICA GOMEZ, PILAR	UNIVERSIDAD DE BARCELONA	1	17472000
LAZO TARACENA, PEDRO ALONSO	INSTITUTO DE SALUD CARLOS III	1	11000000
LEAL SANCHEZ, FERNANDO	UNIVERSIDAD DE SALAMANCA	1	7062000
LEMA RODICIO, JUAN MANUEL	UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA	6	62028000
LEY VEGA DE SEOANE, VICTORIA	INSTITUTO NAC. DE INV. Y TEC. AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)	1	9966000
LIRAS PADIN, MARIA PALOMA	UNIVERSIDAD DE LEON	3	47133000
LLABARES MARTINEZ, MATIAS A.	UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	1	8800000
LLACER ILL, GERARDO	INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS	1	1100000
LLAMA FONTAL, MARIA JESUS	UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO	1	3300000
LLANES RUIZ, DIEGO	UNIVERSIDAD DE CORDOBA	3	23977000
LLUCH PLA, CARMEN	UNIVERSIDAD DE GRANADA	2	14080000
LLUIS CASAJUANA, FELIX	HOSPITAL SANTA CRUZ Y SAN PABLO	1	21689000
LOPEZ CALDERON, ISABEL	UNIVERSIDAD DE SEVILLA	1	19580000
LOPEZ CARRASCOSA, ANGEL L.	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	4400000
LOPEZ CUESTA, M. DEL CARMEN	UNIVERSIDAD DE SALAMANCA	1	1400000
LOPEZ GARCIA, PALOMA	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	3	11410000
LOPEZ GOÑI, IGNACIO	UNIVERSIDAD DE NAVARRA	1	9548000
LOPEZ LOPEZ, MANUEL CARLOS	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	36432000
LOPEZ NEVOT, MIGUEL ANGEL	UNIVERSIDAD DE GRANADA	1	7260000
LOPEZ OTIN, CARLOS	UNIVERSIDAD DE OVIEDO	1	16940000
LOPEZ RIVAS, ABELARDO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	2240000
LOPEZ SANTIN, JOSEP	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA	3	24400000

<i>INVESTIGADOR</i>	<i>ORGANISMO</i>	<i>Nº proyectos</i>	<i>Financiación (pesetas)</i>
LORENZO ABAD, MARIA ENCARNACION	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID	1	9086000
LORENZO PRIETO, VICTOR DE	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	7	80270000
LOZANO RUIZ, RAFAEL	UNIVERSIDAD DE ALMERIA	1	15594000
LUCENA GUTIERREZ, FRANCISCO	UNIVERSIDAD DE BARCELONA	1	7912000
LUDEVID MUGICA, MARIA DOLORES	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	3	40960000
LUENGO RODRIGUEZ, JOSE MARIA	UNIVERSIDAD DE LEON	3	39272000
LUNAR HERNANDEZ, MARIA ROSARIO	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	1	5027000
MACIAS LASO, PEDRO	UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA	1	6050000
MALPARTIDA ROMERO, FRANCISCO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	29348000
MANRESA PRESAS, ANGELES	UNIVERSIDAD DE BARCELONA	1	9240000
MANZANARES MIR, PALOMA	ASOCIACION DE INVESTIGACION DE CERVEZA Y MALTA	1	14080000
MAQUEDA ABREU, MERCEDES	UNIVERSIDAD DE GRANADA	1	8970000
MARIGOMEZ ALLENDE, JUAN ANTONIO	UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO	1	7315000
MARQUEZ CABEZA, ANTONIO JOSE	UNIVERSIDAD DE SEVILLA	1	1700000
MARQUEZ SANCHEZ, MARIA OLIVA	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID	1	3047000
MARTIN DE SANTOS, MARIA DEL ROSARIO	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	1	20414000
MARTIN FERNANDEZ, MARGARITA	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	1	6600000
MARTIN HERNANDEZ, MARIA CARMEN	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	12155000
MARTIN IBAÑEZ, JAVIER	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	6600000
MARTIN MARTIN, ANTONIO	UNIVERSIDAD DE CORDOBA	1	6380000
MARTIN MARTIN, JUAN FRANCISCO	INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA DE LEON	2	33054000
MARTIN MARTIN, JUAN FRANCISCO	UNIVERSIDAD DE LEON	3	41320000
MARTIN MARTIN, LUIS MIGUEL	UNIVERSIDAD DE CORDOBA	1	16263000
MARTIN MONTAÑES, CARLOS	UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA	2	5700000
MARTIN MORENO, CARMEN	CENTRO INV. ENERGETICAS, MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLOGICAS	1	6965000
MARTIN MUÑOZ, ANTONIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	23027000
MARTINEZ ALONSO, CARLOS	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	61600000
MARTINEZ ESCRIBANO, JOSE ANGEL	INSTITUTO NAC. DE INV. Y TEC. AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)	2	26958000
MARTINEZ FERRER, ANGEL TOMAS	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	3	35214000
MARTINEZ HERNANDEZ, J. ALFREDO	UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO	1	6779300
MARTINEZ HERNANDEZ, MARIA JESUS	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	1500000
MARTINEZ IZQUIERDO, JOSE ANTONIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	2300000
MARTINEZ LOPEZ, ANTONIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	5940000
MARTINEZ RIPOLL, MARTIN	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	20677000
MARTINEZ SUAREZ, JOAQUIN	INSTITUTO DE SALUD CARLOS III	1	10560000
MARTINEZ VALDIVIA, MANUEL JESUS	UNIVERSIDAD DE CADIZ	1	27830000
MARTINEZ ZAPATER, JOSE MIGUEL	INSTITUTO NAC. DE INV. Y TEC. AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)	2	18152000

<i>INVESTIGADOR</i>	<i>ORGANISMO</i>	<i>Nº proyectos</i>	<i>Financiación (pesetas)</i>
MATA ALVAREZ, JUAN	UNIVERSIDAD DE BARCELONA	2	15070000
MATEO ALARCON, PEDRO LUIS	UNIVERSIDAD DE GRANADA	1	4000000
MATO DE LA IGLESIA, SALUSTIANO	UNIVERSIDAD DE VIGO	2	18521000
MAZÓN CALPENA, MARIA JESUS	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	3	6530000
MEDINA FERNANDEZ REGATILLO, MARGARITA	INSTITUTO NAC. DE INV. Y TEC. AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)	2	9130000
MEGIAS GUIJO, MANUEL	UNIVERSIDAD DE SEVILLA	1	13420000
MELE GRAU, ENRIC	INSTITUT DE RECERCA I TECNOLOGIA AGROALIMENTARIES	2	25050000
MELERO FONDEVILA, JOSE ANTONIO	INSTITUTO DE SALUD CARLOS III	3	51340000
MELGAREJO NARDIZ, PALOMA	INSTITUTO NAC. DE INV. Y TEC. AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)	1	6765000
MENDEZ CORMAN, ENRIQUE	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	24198000
MENDEZ FELPETO, JOSEFINA	UNIVERSIDAD DE LA CORUÑA	1	9292000
MENDEZ GARCIA, FRANCISCO JAVIER	UNIVERSIDAD DE OVIEDO	1	5830000
MENDEZ PAMPIN, RAMON	UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA	2	12452000
MESEGUER NAVARRO, ANNA	HOSPITAL GENERAL VALLE DE EBRO	1	11914000
MESSEGUER PEYPOCH, ANGEL	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	21704000
MESSEGUER PEYPOCH, JOAQUINA	INSTITUT DE RECERCA I TECNOLOGIA AGROALIMENTARIES	3	28984600
MEZQUITA PLA, JOVITA	FUNDACION PRIVADA CLINIC PER A LA RECERCA BIOMEDICA	2	10885000
MICOL MOLINA, JOSE LUIS	UNIVERSIDAD DE ALICANTE	1	11660000
MICOL MOLINA, JOSE LUIS	UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ	1	14904000
MILLAN MUÑOZ, MILLAN	FUNDACION CENTRO DE ESTUDIOS AMBIENTALES DEL MEDITERRANEO	1	195000000
MINGO CASTEL, ANGEL MANUEL	UNIVERSIDAD PUBLICA DE NAVARRA	2	11420000
MINGUEZ MOSQUERA, MARIA ISABEL	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	12760000
MOLINA GRIMA, EMILIO	UNIVERSIDAD DE ALMERIA	1	24970000
MOLINA GRIMA, EMILIO	UNIVERSIDAD DE GRANADA	2	10415000
MOLINA MARTIN, MARIA	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	2	28839000
MOLINA PINEDA DE LAS INFANTAS, IGNACIO J	UNIVERSIDAD DE GRANADA	1	14927000
MONFORT BOLIVAR, JOSE MARIA	INSTITUT DE RECERCA I TECNOLOGIA AGROALIMENTARIES	1	9900000
MONTOLIU JOSE, LLUIS	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	20517000
MORAN ABAD, FEDERICO	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	1	17380000
MORENO FERRERO, VICENTE	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA	2	22493000
MORENO HERRERO, FELIPE	INSTITUTO NACIONAL DE LA SALUD	1	5500000
MORENO PEREZ, SERGIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	2790000
MORIONES ALONSO, ENRIQUE	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	9384000
MOSCAT GUILLEN, JORGE	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	3	79170000
MUGA VILLATE, ARTURO	UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO	1	2300000
MUÑOZ BLANCO, JUAN	UNIVERSIDAD DE CORDOBA	3	22586000
MUÑOZ LEYVA, JUAN ANTONIO	UNIVERSIDAD DE CADIZ	1	6380000

<i>INVESTIGADOR</i>	<i>ORGANISMO</i>	<i>Nº proyectos</i>	<i>Financiación (pesetas)</i>
MUÑOZ RUIZ, EMILIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	3000000
MUÑOZ TEROL, ALBERTO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	35647000
MURILLO MARTINEZ, JESUS	UNIVERSIDAD PUBLICA DE NAVARRA	2	9855000
NAHARRO CARRASCO, GERMAN	UNIVERSIDAD DE LEON	1	15985000
NAVARRETE LOPEZ COZAR, IGNACIO	UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA	1	7700000
NAVARRO MARZAL, ALFONSO	ASOCIACION DE INVESTIGACION DE CERVEZA Y MALTA	1	7150000
NEGRO ALVAREZ, MARIA JOSE	CENTRO INV. ENERGETICAS, MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLOGICAS	1	2500000
NIETO MARTIN, AMELIA	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	8250000
NOMBELA CANO, CESAR	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	2	39290000
NUNES MARTINEZ, VIRGINIA	FUNDACION INSTITUTO DE INVESTIGACION ONCOLOGICA	1	16800000
NUÑEZ GUTIERREZ, MANUEL	INSTITUTO NAC. DE INV. Y TEC. AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)	1	21692000
OLANO VILLEN, AGUSTIN	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	21340000
OLIAS JIMENEZ, JOSE MANUEL	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	22225000
ORDOÑEZ PEREDA, JUAN ANTONIO	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	1	7260000
ORELLANA MORALEDA, GUILLERMO	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	1	7348000
ORELLANA SAAVEDRA, JUAN	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID	1	7854000
OROZCO LOPEZ, MODESTO	UNIVERSIDAD DE BARCELONA	1	1360000
ORTEGA CALVO, JOSE JULIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	8900000
ORTEGA ORTIZ DE APODACA, FIDEL	UNIVERSIDAD DE ALCALA DE HENARES	1	8998000
ORTEGA RUIZ, JOSE MARIA	UNIVERSIDAD DE CORDOBA	1	4807000
ORTIN MONTON, JUAN	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	20680000
OTERO CARBALLEIRA, ANDRES	UNIVERSIDAD DE LEON	1	7700000
OTERO HERNANDEZ, CRISTINA	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	11528000
PACIUCCI, ROSANNA	HOSPITAL GENERAL VALLE DE EBRO	1	10879000
PADROS MORELL, ESTEVE	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA	1	4900000
PAEZ ABRIL, EDUARDO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	27170000
PAGES TORRENS, MONTSERRAT	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	3	95258000
PALAU MARTINEZ, FRANCISCO	SERVICIO VALENCIANO DE SALUD	1	12100000
PALLAS BENET, VICENTE	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	16654000
PALOMARES DIAZ, ANTONIO JOSE	UNIVERSIDAD DE SEVILLA	1	17380000
PANDIELLA ALONSO, ATANASIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	2700000
PANEQUE GUERRERO, ANTONIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	7403000
PARAMIO NIETO, MARIA TERESA	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA	1	9449000
PARDO CARRASCO, LEONARDO	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA	1	6888000
PARDO PRIETO, JOSE MANUEL	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	3	28977500
PARDOS CARRION, JOSE ALBERTO	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID	1	400000
PARRA FERNANDEZ, FRANCISCO	UNIVERSIDAD DE OVIEDO	1	7018000

<i>INVESTIGADOR</i>	<i>ORGANISMO</i>	<i>Nº proyectos</i>	<i>Financiación (pesetas)</i>
PARRILLA SANCHEZ, ROBERTO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	20020000
PAYA PERIS, MIGUEL	UNIVERSIDAD DE VALENCIA	1	6479000
PAZ-ARES RODRIGUEZ, FRANCISCO JAVIER	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	22858000
PEDREÑO EGEA, JAVIER	UNIVERSIDAD ROVIRA I VIRGILI	1	21175000
PEDRO MONTALBAN, MIGUEL ANGEL DE	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	27775000
PELAEZ MARTINEZ, CARMEN	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	26602000
PELLIN PEREZ, ANTONIO	UNIVERSIDAD DE VALENCIA	1	5060000
PEÑA GARCIA, LEANDRO	INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS	1	9135000
PEÑALVA SOTO, MIGUEL ANGEL	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	5	56558000
PERERA GONZALEZ, JULIAN	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	2	10340000
PEREZ ALONSO, MANUEL	UNIVERSIDAD DE VALENCIA	1	6800000
PEREZ ARTES, ENCARNACION	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	21381000
PEREZ CONDE, MARIA CONCEPCION	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	1	7238000
PEREZ DE LA VEGA, MARCELINO	UNIVERSIDAD DE LEON	1	9240000
PEREZ GONZALEZ, Mª DEL PILAR	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	17710000
PEREZ LEBLIC, MARIA ISABEL	UNIVERSIDAD DE ALCALA DE HENARES	1	10340000
PEREZ MARTINEZ, GASPAR	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	6161000
PEREZ MELLADO, RAFAEL	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	4	53517000
PEREZ ORTIN, JOSE ENRIQUE	UNIVERSIDAD DE VALENCIA	4	26736000
PEREZ PAYA, ENRIQUE	UNIVERSIDAD DE VALENCIA	1	16514000
PESTAÑA VARGAS, ANGEL	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	11000000
PEYDRO OLAYA, AMANDO	GENERALITAT VALENCIA-CONS. SANIDAD Y CONSUMO	1	7912000
PIÑAGA OTAMENDI, FRANCISCO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	5511000
PINGARRON CARRAZON, JOSE MANUEL	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	1	2530000
PINILLA BARRAU, MONTSERRAT	UNIVERSIDAD DE ALCALA DE HENARES	1	5269000
PINTOR TORO, JOSE ANTONIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	3	23473000
PLA ALONSO, JESUS	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	1	9988000
PLANAS SAUTER, ANTONIO	UNIVERSIDAD RAMON LLULL	2	24662000
POCH ESPALLARGAS, MANUEL	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA	1	17490000
POCH ESPALLARGAS, MANUEL	UNIVERSIDAD DE GIRONA	1	7612000
POLAINA MOLINA, JULIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	23980000
POLO SANCHEZ, ALFREDO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	14850000
PONZ ASCASO, FERNANDO	INSTITUTO NAC. DE INV. Y TEC. AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)	2	22550000
PORTELA MOREIRA, AGUSTIN	INSTITUTO DE SALUD CARLOS III	1	6930000
PORTOLES PEREZ, MARIA PILAR	INSTITUTO DE SALUD CARLOS III	1	3740000
PRAT MONGUIO, SALOME	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	3	41448000
PRIETO ALAMAN, JOSE ANTONIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	15882000

<i>INVESTIGADOR</i>	<i>ORGANISMO</i>	<i>Nº proyectos</i>	<i>Financiación (pesetas)</i>
PRIETO GARCIA, FELIX	SERVICIO VALENCIANO DE SALUD	1	9900000
PRIETO VALTUEÑA, JESUS	UNIVERSIDAD DE NAVARRA	1	12768000
PRIMO MILLO, JAIME	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA	1	6380000
PUIG DOMINGO, MANUEL LUIS	HOSPITAL SANTA CRUZ Y SAN PABLO	1	8625000
PUIGDOMENECH ROSELL, PEDRO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	5	114922000
PUYET CATALINA, ANTONIO	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	2	24554000
QIAN, CHENG	UNIVERSIDAD DE NAVARRA	1	16077000
QUEROL MURILLO, ENRIQUE	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA	3	82514000
QUESADA ARROQUIA, EMILIA	UNIVERSIDAD DE GRANADA	2	18315000
QUIROGA ALONSO, JOSE MARIA	UNIVERSIDAD DE CADIZ	1	8717000
RALLO ROMERO, LUIS	UNIVERSIDAD DE CORDOBA	1	15502000
RAMIREZ NASTO, CARMEN LUCIA	UNIVERSIDAD PUBLICA DE NAVARRA	1	11110000
RAMON JUANPERE, MARIA MISERICORDIA	UNIVERSIDAD DE LAS ISLAS BALEARES	1	3960000
RAMON VIDAL, DANIEL	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	19232000
RAMOS GONZALEZ, MERCEDES	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	20900000
RAMOS MARTIN, JUAN LUIS	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	7	130943000
REGUEIRO GONZALEZ-BARROS, JOSE RAMON	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	1	15400000
REIG ISART, FRANCESCA	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	2750000
REIGOSA ROGER, MANUEL JOAQUIN	UNIVERSIDAD DE VIGO	1	3784000
REMESAR BETLOCH, FRANCISCO JAVIER	UNIVERSIDAD DE BARCELONA	1	5980000
RENART PITA, JAIME	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	11040000
RENOBALES SCHEIFLER, MARIA MERCEDES	UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO	2	5890000
REVUELTA DOVAL, JOSE LUIS	UNIVERSIDAD DE SALAMANCA	8	47979000
REYES RAMIREZ, FUENSANTA	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	7370000
RIAL ZUECO, EDUARDO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	14850000
RIGOLA LAPEÑA, MIGUEL	UNIVERSIDAD DE GIRONA	1	10450000
RIQUELME BALLESTEROS, FERNANDO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	15180000
RISUEÑO ALMEIDA, MA CARMEN	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	2100000
RITTER AZPITARTE, ENRIQUE MARIO	GOBIERNO VASCO	2	3210000
RIVAS FLORIDO, JOAQUIN	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	18250000
RIVAS LOPEZ, LUIS IGNACIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	29469000
RIVILLA PALMA, RAFAEL	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID	1	935000
RODICIO RODICIO, MARIA DEL ROSARIO	UNIVERSIDAD DE OVIEDO	1	5225000
RODRIGO ENGUIDANOS, MIGUEL	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	14520000
RODRIGUEZ AGUIRRE, JOSE FRANCISCO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	13087000
RODRIGUEZ BEJARANO, EDUARDO	UNIVERSIDAD DE MALAGA	2	22878000
RODRIGUEZ CEREZO, EMILIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	17776000

<i>INVESTIGADOR</i>	<i>ORGANISMO</i>	<i>Nº proyectos</i>	<i>Financiación (pesetas)</i>
RODRIGUEZ DE CORDOBA, SANTIAGO	FUNDACION JIMENEZ DIAZ	2	44174000
RODRIGUEZ FERNANDEZ ALBA, AMADEO	UNIVERSIDAD DE ALMERIA	1	8877000
RODRIGUEZ FERNANDEZ, ROBERTO	UNIVERSIDAD DE OVIEDO	1	1500000
RODRIGUEZ FERRI, ELIAS FERNANDO	UNIVERSIDAD DE LEON	1	6765000
RODRIGUEZ GARCIA, MARIA ISABEL	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	11776000
RODRIGUEZ GONZALEZ, ANA	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	20317000
RODRIGUEZ LLOPIS, M ISABEL	GAIKER - CENTRO DE TRANSFERENCIA TECNOLOGICA	1	1824000
RODRIGUEZ NAVARRO, ALONSO	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID	2	3952000
RODRIGUEZ OSORIO, MATILDE	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	4290000
RODRIGUEZ PALENZUELA, PABLO	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID	1	6500000
RODRIGUEZ RODRIGUEZ, PILAR	UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO	1	4400000
RODRIGUEZ VALERA FRANCISCO EDUARDO	UNIVERSIDAD DE ALICANTE	1	12210000
ROJO DE CASTRO, FERNANDO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	3	25752000
ROJO HERNANDEZ, JOSE MARIA	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	4180000
ROLDAN NOGUERAS, JOSE MANUEL	UNIVERSIDAD DE CORDOBA	3	25117000
ROMERO CANO, JAVIER	INSTITUTO NAC. DE INV. Y TEC. AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)	2	21607000
RONCALES RABINAL, PEDRO	UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA	1	4400000
RONCERO MAILLO, CESAR	UNIVERSIDAD DE SALAMANCA	2	30811000
ROTGER ANGLADA, RAFAEL	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	1	9185000
RUBIA NIETO, TERESA DE LA	UNIVERSIDAD DE GRANADA	1	7920000
RUBIO SUSAN, VICTOR	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	3	20302000
RUIZ ARGUESO, TOMAS	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID	3	21591000
RUIZ PEREZ, LUIS MIGUEL	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	6555000
RUIZ SAINZ, JOSE ENRIQUE	UNIVERSIDAD DE SEVILLA	2	26796000
RUIZ SANCHEZ, MARIA LUISA	UNIVERSIDAD DE LEON	1	5940000
RUIZ-CABELLO OSUNA, JESUS MARIA	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	1	17087000
SABATER GARCIA, FRANCISCO	UNIVERSIDAD DE MURCIA	1	8360000
SALAS FERNANDEZ, JOSE ANTONIO	UNIVERSIDAD DE OVIEDO	4	42482000
SALAS MARQUEZ, DIEGO	UNIVERSIDAD DE CADIZ	1	5830000
SALINAS LORENTE, LAZARO JESUS	UNIVERSIDAD DE MURCIA	1	13156000
SALINAS MUÑOZ, JULIO	INSTITUTO NAC. DE INV. Y TEC. AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)	2	32512000
SALVA GARCIA, FRANCISCO JAVIER	UNIVERSIDAD DE CADIZ	1	5500000
SAN JOSE SERRAN, CARMEN	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	2	26499000
SAN SEGUNDO DE LOS MOZOS, ROSA BLANCA	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	3	41760000
SANCHEZ SERRANO, JOSE JUAN	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	4	45484000
SANJUAN LOPEZ, ANDRES	UNIVERSIDAD DE VIGO	2	23007000
SANTALO PEDRO, JOSEP	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA	1	6072000

<i>INVESTIGADOR</i>	<i>ORGANISMO</i>	<i>Nº proyectos</i>	<i>Financiación (pesetas)</i>
SANTAMARIA OSSORIO, MANUEL	UNIVERSIDAD DE CORDOBA	1	9530000
SANTAMARIA SANCHEZ, RAMON IGNACIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	3	30651000
SANTERO SANTURINO, EDUARDO	UNIVERSIDAD DE SEVILLA	2	24948000
SANZ BIGORRA, PASCUAL FELIPE	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	3	19110000
SANZ MARTIN, JOSE LUIS	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID	1	2992000
SANZ PEREZ, BERNABE	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	2	19360000
SARASA BARRIO, J. MANUEL	UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA	1	18837000
SAUS MAS, JUAN	FUNDACION VALENCIANA DE INVESTIGACIONES BIOMEDICAS	2	35407000
SENTANDREU RAMON, RAFAEL	UNIVERSIDAD DE VALENCIA	1	1400000
SERRANO SALOM, RAMON	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA	3	39674000
SERRATOSA FERNANDEZ, JOSE MARIA	FUNDACION JIMENEZ DIAZ	3	24968000
SINISTERRA GAGO, JOSE VICENTE	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	1	10092000
SOBRINO CASTELLO, FRANCISCO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	27676000
SOBRINO CASTELLO, FRANCISCO	INSTITUTO NAC. DE INV. Y TEC. AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)	1	12749000
SOLANAS CANOVAS, ANA MARIA	UNIVERSIDAD DE BARCELONA	1	6923000
SOLIVA TORRENTO, MONTSERRAT	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CATALUÑA	1	6160000
SOLIVERI DE CARRANZA, JUAN	UNIVERSIDAD DE ALCALA DE HENARES	1	9834000
SUAREZ FERNANDEZ, JUAN EVARISTO	UNIVERSIDAD DE OVIEDO	2	20680000
SUAREZ LEPE, JOSE ANTONIO	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID	1	12628000
SUAREZ RENDUELES, MARIA PAZ	UNIVERSIDAD DE OVIEDO	1	8470000
SUBIZA GARRIDO-LESTACHE, JOSE LUIS	HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN CARLOS	1	14300000
TABARES LOPEZ, ENRIQUE	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID	1	2000000
TALON CUBILLO, MANUEL	INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS	1	12972000
TEMPRANO VERA, FRANCISCO JESUS	JUNTA ANDALUCIA-CONS. AGRICULTURA Y PESCA	2	10868000
TENA ALDAVE, MANUEL	UNIVERSIDAD DE CORDOBA	1	4620000
TOLDRA VILARDELL, FIDEL	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	27390000
TORO GARCIA, NICOLAS	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	2	43384000
TORRES DARIAS, NESTOR V.	UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	1	5676000
TORRES RODRIGUEZ, JOSEP MARIA	INSTITUTO MUNICIPAL DE ASISTENCIA SANITARIA	1	3960000
TORTOLERO GARCIA, MARIA DOLORES	UNIVERSIDAD DE SEVILLA	1	8400000
TOUS MARTI, JUAN	INSTITUT DE RECERCA I TECNOLOGIA AGROALIMENTARIES	1	11983000
TRONCOSO DE ARCE, ANTONIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	12420000
UGALDE MARTINEZ, UNAI	UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO	1	4400000
URUBURU FERNANDEZ, FEDERICO	UNIVERSIDAD DE VALENCIA	1	10340000
VAL LATORRE, MARGARITA DEL	INSTITUTO DE SALUD CARLOS III	1	5000000
VALDIVIA MARTINEZ, MARIA DOLORES EVA	UNIVERSIDAD DE GRANADA	1	6490000
VALENCIA HERRERA, ALFONSO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	4	45360000

<i>INVESTIGADOR</i>	<i>ORGANISMO</i>	<i>Nº proyectos</i>	<i>Financiación (pesetas)</i>
VALENCIA PARERA, GREGORIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	13200000
VALLO DE CASTRO, JOSE JUAN	UNIVERSIDAD DE CADIZ	1	4400000
VALPUESTA FERNANDEZ, VICTORIANO	UNIVERSIDAD DE MALAGA	5	36366000
VALPUESTA MORALEJO, JOSE MARIA	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	2300000
VARELA GALLEG0, MARIA DEL PILAR	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	6600000
VAZQUEZ LOPEZ LOMO, ANA MARIA	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE	1	9680000
VEIGA ANTIROS, MANUEL	UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA	1	3465000
VENDRELL MELICH, MIGUEL	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	14190000
VENTOSA UCERO, ANTONIO	UNIVERSIDAD DE SEVILLA	2	6600000
VERA VERA, PABLO	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA	1	1700000
VICARIO CASLA, ALBERTO	UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO	1	7166500
VICENT HUGUET, TERESA	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA	2	15352000
VICENTE COLL, MARIA DEL CARMEN DE	INSTITUT DE RECERCA I TECNOLOGIA AGROALIMENTARIES	1	8250000
VICENTE MUÑOZ, MIGUEL	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	3	43726000
VIDAL CASERO, CONCEPCION	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	18128000
VIEITEZ MARTIN, ANA	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	1400000
VILARO COMA, SENEN	UNIVERSIDAD DE BARCELONA	1	15400000
VILLALOBO POLO, ANTONIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	26708000
VILLAR LACILLA, JOSE MARIA	UNIVERSIDAD DE LEON	1	8827500
VILLAVERDE CORRALES, ANTONIO PEDRO	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA	3	41350000
VILLENA CORTES, ALBERTO JOSE	UNIVERSIDAD DE LEON	1	2450000
VIÑUELA DIAZ, ELADIO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	55000000
VIÑUELA SANDOVAL, ELISA	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID	1	4213000
VIOQUE CUBERO, BLANCA	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	4784000
VIVES REGO, JOSE	UNIVERSIDAD DE BARCELONA	1	5060000
WANDOSELL JURADO, FRANCISCO	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	5390000
ZANUY DOSTE, SILVIA	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	1	1680000

Apéndice IX

Indicadores del sistema español de ciencia y tecnología (1999)

1. Indicadores de inversiones en I+D.
 - 1.1. Presupuestos.
 - 1.1.1. Evolución de los presupuestos Generales del Estado para I+D función 54
 - 1.1.2. Distribución de los presupuestos Generales del Estado para I+D por Ministerios (Función 54).
 - 1.1.3. Distribución porcentual del presupuesto público de I+D, por objetivos socioeconómicos.
 - 1.2. Gastos.
 - 1.2.1. Gastos internos totales en actividades de I+D en relación al PIB, por sector de ejecución.
 - 1.2.2. Gastos internos totales en actividades de I+D, por sector de ejecución.
 - 1.2.3. Gastos internos totales en actividades de I+D, por sector de financiación.
 - 1.2.4. Distribución de los gastos internos totales en I+D, por campo científico.
 - 1.2.5. Distribución de los gastos internos corrientes en I+D, por tipo de investigación.
 - 1.3. Recursos humanos.
 - 1.3.1. Personal empleado en actividades de I+D.
 - 1.3.2. Personal empleado en actividades de I+D, por sector de ejecución.
 - 1.3.3. Investigadores, por sector de ejecución.
 - 1.4. Principales sectores implicados.
 - 1.4.1. I+D en el sector de la Administración Pública.
 - 1.4.2. I+D en el sector Empresas.
 - 1.4.3. I+D en el sector Enseñanza Superior.
 - 1.4.4. I+D en el sector Instituciones Privadas sin Fines de Lucro.
 - 1.5. Comunidades Autónomas.
 - 1.5.1. Gastos internos totales en I+D, por Comunidades Autónomas.
 - 1.5.2. Personal empleado (EDP) en I+D, por Comunidades Autónomas.
 - 1.6. Participación en Programas Internacionales de I+D.
 - 1.6.1. Cuotas de participación en programas internacionales de I+D.
 - 1.6.2. Contribución al presupuesto comunitario y retorno en los Programas Marco de I+D de la Unión Europea.
 - 1.6.3. Porcentaje de Retorno en los Programas Marco de I+D de la Unión Europea, según programas científicos.

- 1.6.4. Participación relativa de las Comunidades Autónomas en los retornos del III y IV Programas Marco de I+D de la Unión Europea.
- 1.7. Comparación internacional.
 - 1.7.1. Recursos destinados a I+D en los países de la OCDE.
 - 1.7.2. Gasto en I+D como porcentaje del PIB en los países de la UE, por sector de ejecución.
 - 1.7.3. Gasto en I+D como porcentaje del PIB en los países de América Latina.
- 2. Indicadores de resultados de I+D.
 - 2.1. Producción científica.
 - 2.2. Transferencia Tecnológica en las Empresas, según modalidades tecnológicas.
 - 2.3. Solicitudes de patentes.
- 3. Red IRIS.
 - 3.1. Instituciones afiliadas y ordenadores registrados.
 - 3.2. Ancho de bandas troncales. Conexiones externas.
 - 3.3. Tráfico de conexiones externas (entrada y salida).