

---

# **Documento Inventario de las capacidades biotecnológicas en la Unión Europea y comparación con las de los países del MERCOSUR**

---

**Octubre de 2008**



# **Inventario de las capacidades biotecnológicas en la Unión Europea y comparación con las de los países del MERCOSUR**

**Consultor ATI: Lic. Utz Dornberger**  
**Coordinador ATI: Ing. Marcelo Regúnaga**

**Para mayor información contactarse con:**  
**[biotecsur@biotecsur.org](mailto:biotecsur@biotecsur.org)**

## Indice de contenido

1	La biotecnología en la economía europea .....	1
1.1	Características principales y diferenciación del término biotecnología .....	1
1.2	Clasificación de empresas biotecnológicas .....	5
1.3	Condiciones y curso evolutivo del desarrollo de la industria de biotecnología en Europa .....	7
1.4	Capacidades de I&D en la biotecnológica europea .....	18
1.4.1	Centros de investigación biotecnológica en Europa: Una comparación internacional .....	18
1.4.2	Recursos humanos en la biotecnología en Europa .....	37
1.4.3	Publicaciones y patentes en la biotecnológica en Europa .....	39
1.4.4	Apoyo financiero para la biotecnología en Europa .....	44
1.5	Comparación de la industria biotecnológica en la UE y los EUA .....	47
2	La importancia de los clusters y redes de innovación .....	56
2.1	Introducción a la discusión sobre clusters .....	56
2.2	Clusters regionales de la biotecnología europea .....	61
2.3	Desarrollo de clusters y redes que sobrepasan fronteras: Ejemplo de Medicon Valley en la Región Oresund .....	72
2.3.1	La Región Oresund (Øresund) .....	72
2.3.2	El desarrollo de Medicon Valley .....	75
2.3.3	Valoración de clusters .....	81
2.3.4	Resumen .....	85
3	El desarrollo de los modelos de transferencia biotecnológica en la Unión Europea .....	87
3.1	Modelo de TT en Biomedicina – Biotecnología Roja .....	87
3.2	Diferencia y complementariedad de transferencia biotecnológica roja entre la UE y EUA .....	91
3.3	Modelo de transferencia biotecnológica roja de Londres .....	94
3.3.1	Londres, un vistazo a los hechos .....	98
3.4	Transferencia Biotecnológica roja en Basilea (Suiza) .....	98
3.4.1	Investigación en ciencias de la vida BioValley .....	99
3.4.2	La Plataforma Biotech de Basilea .....	100
3.4.3	Bajos impuestos, alto crecimiento .....	101
3.4.4	Caso de start-up en Basilea .....	103
3.5	El cluster de Marsella (Francia) .....	103
3.6	Resumen de transferencia de tecnología en la biotecnología roja .....	107
3.7	Modelo de transferencia biotecnológica en la agricultura – biotecnología verde ...	109
3.7.1	Diferencias entre biotecnología farmacéutica y agrícola .....	109
3.7.2	Transferencia tecnológica de innovaciones cerradas y abiertas .....	111
3.8	Modelo de transferencia biotecnológica industrial – biotecnología blanca .....	116
3.8.1	Motivos de la UE Para promover la biotecnología blanca .....	117
3.8.2	Los esfuerzos europeos hacia la tecnología blanca .....	118
4	Desarrollo de capacidades biotecnológicas en el MERCOSUR .....	122
4.1	Comparación de las capacidades biotecnológicas en la UE y el MERCOSUR .....	122
4.2	Conclusiones sobre el desarrollo de las capacidades biotecnológicas en el MERCOSUR .....	124
4.2.1	El desarrollo de la industria biotecnológica .....	124
4.2.2	El uso de la biotecnología en las cadenas de valor a base de recursos naturales .....	127
4.2.3	Potencial de desarrollo de los servicios biomédicos en el sector salud .....	129
4.2.4	Protección de la propiedad intelectual en biotecnología .....	134

	4.2.5 Formación de recursos humanos como base fundamental del desarrollo biotecnológico en el MERCOSUR .....	135
5	BIBLIOGRAFIA.....	137
6	ANEXOS.....	148

## Índice de figuras

Fig. 1: Definición de biotecnología.....	1
Fig. 2: Definición de biotecnología (Continuación).....	2
Fig. 3: Areas de la biotecnología.....	3
Fig. 4: Tipos de empresas que se dedican a la biotecnología.....	6
Fig. 5: Número de compañías biotecnológicas, pMC (por Millón de Habitantes) .....	11
Fig. 6: Áreas de aplicación de la biotecnología en Europa .....	15
Fig. 7: Asignación de recursos públicos para la biotecnología en Europa.....	16
Fig. 8: Metas de los centros de investigación en comparación internacional en % .....	22
Fig. 9: Distribución del gasto y enfoque principal de investigación .....	23
Fig. 10: Centros de investigación biotecnológica y su afiliación a otras organizaciones .....	24
Fig. 11: Tamaño de los centros de investigación según número de trabajadores empleados ..	25
Fig. 12: Centros de investigación biotecnológica en desarrollo.....	25
Fig. 13: Estructura ocupacional de los centros de investigación.....	26
Fig. 14: Porcentaje de centros de investigación según número de casos de cooperación con la industria.....	32
Fig. 15: Número de graduados en el área de Ciencias de la Vida (pMC).....	39
Fig. 16: Cuota de publicaciones en el área biotecnológica en relación al número total de publicaciones .....	41
Fig. 17: Número de publicaciones en el area de biotecnología (pMC).....	42
Fig. 18: Aplicaciones de patentes en el área de la biotecnología (pMC).....	43
Fig. 19: Inversiones de capital de riesgo en biotecnología (en Euros, pC) .....	45
Fig. 20: Financiamiento público y biotecnología 2002-2005.....	47
Fig. 21: Plan europeo para el apoyo a empresas biotecnológicas .....	50
Fig. 22: Solicitudes de patentes de biotecnología – Cuotas por países EPO .....	50
Fig. 23: La industria biotecnológica europea y estadounidense comparada .....	51
Fig. 24: La importancia de los enlaces en procesos innovadores en la biotecnología .....	56
Fig. 25: Definición de expresiones en la discusión sobre redes y clusters .....	58
Fig. 26: Etapas del desarrollo de clusters regionales .....	61
Fig. 27: Ejemplos de clusters y empresas regionales de biotecnología.....	61
Fig. 28: Las relaciones en red de I&D en el sector sueco de biofarmacéutica.....	70
Fig. 29: Ejemplo de cluster innovador sueco .....	76
Fig. 30: Tareas de “Medicon Valley Alliance” .....	78
Fig. 31: Tareas de Copenhagen Capacity y Position Skåne .....	79
Fig. 32: Análisis de las condiciones de los factores .....	82
Fig. 33: Análisis de las condiciones de la demanda .....	83
Fig. 34: Análisis de estrategias de las empresas y rivalidad .....	84
Fig. 35: Análisis de las industrias relacionadas y proveedores .....	85
Fig. 36: Principales elementos del cluster de Medicon Valley .....	86
Fig. 37: Tamaño y cercanía de los principales clusters biofarmacéuticos en Europa .....	88
Fig. 38: Modelo típico de transferencia biotecnológica roja en la UE.....	90
Fig. 39: Modelo típico de transferencia biotecnológica roja en los EUA .....	93
Fig. 40: Modelo de transferencia biotecnológica roja en Londres .....	97
Fig. 41: Modelo de transferencia biotecnológica roja en Basilea, Suiza .....	102
Fig. 42: Modelo de transferencia biotecnológica en Marsella .....	106
Fig. 43: Cuadro comparativo de los canales de TT entre actores del área farmacéutica en Europa y Estados Unidos .....	108
Fig. 44: Descripción del curso de transferencia biotecnológica verde abierta y cerrada, entre universidades, empresas privadas, y agricultores.....	113
Fig. 45: Modelo de transferencia biotecnológica verde en Gartesleben .....	115

Fig. 46: Modelo de transferencia biotecnológica blanca en la UE, apoyado por la plataforma SusChem.....	120
Fig. 47: Aplicaciones de la biotecnología en diferentes segmentos de mercado .....	131

## Índice de tablas

Tabla 1: Número de compañías biotecnológicas.....	10
Tabla 2: Segmentos de la biotecnología y cuotas de empresas en % (2003).....	12
Tabla 3: Empleo en la biotecnología europea .....	14
Tabla 4: Mirada a la biotecnología europea .....	17
Tabla 5: Número de centros de investigación biotecnológica y participación en la muestra ..	20
Tabla 6: Publicaciones de los centros de investigación en comparación con el total de cada país 1994-1999 .....	21
Tabla 7: Metas de los centros de investigación biotecnológica .....	21
Tabla 8: Número de áreas de investigación y centros biotecnológicos (UE y EUA) .....	22
Tabla 9: Especialización de los centros y relación presupuestaria.....	27
Tabla 10: Doctorandos y títulos de PhD .....	27
Tabla 11: Publicaciones de los centros de investigación número de citas por país .....	29
Tabla 12: Actividades relacionadas al prestigio de los centros de investigación científica.....	31
Tabla 13: Porcentaje de centros con buen rendimiento según actividad.....	33
Tabla 14: Porcentaje de centros con buen rendimiento en dos actividades .....	33
Tabla 15: Número de graduados en el área de Ciencias de la Vida .....	38
Tabla 16: Número de publicaciones en el campo de la biotecnología .....	40
Tabla 17: Aplicaciones de patentes en el area de la biotecnología .....	43
Tabla 18: Inversión de capital de riesgo en biotecnología dentro de los países europeos .....	44
Tabla 19: Financiamiento público 2002-2005 (en millones de Euros) .....	46
Tabla 20: Registros de patentes en regiones europeas (2006) .....	62
Tabla 21: Innovaciones biotecnológicas agrícolas, objetivo del sector privado .....	110
Tabla 22: Diferencias entre biotecnología agrícola y médica. ....	111
Tabla 23: Comparacion de Capacidades de UE y MERCOSUR en Biotecnologia.....	122

## Índice de mapas

Mapa 1: Clusters regionales de biotecnología en Europa .....	63
Mapa 2: Clusters biotecnológicos importantes en Gran Bretaña .....	65
Mapa 3: Clusters biotecnológicos en Alemania (Baviera, Baden-Wurtemberg).....	66
Mapa 4: Empresas biotecnológicas francesas, Región Parisina.....	67
Mapa 5: Clusters biotecnológico en Suecia .....	68
Mapa 6: La ubicación geográfica de la Región Øresund .....	72
Mapa 7: Empresas en Medicon Valley .....	74

*“El contenido de este documento es responsabilidad exclusiva del autor y en ningún caso se debe considerar que refleja la opinión de la Unión Europea”*

## Lista de abreviaturas y glosario de términos extranjeros

ADN	Ácido desoxirribonucleico
aprox.	Aproximadamente
ARN	Ácido ribonucleico
ATI	Asesor Técnico Internacional
BATS	Investigación de bioseguridad y Medición de Tecnología (Biosafety Research and Technology Assessment)
BE	Bélgica
BMBF	Ministerio Federal de Educación, Ciencia, Investigación y Tecnología de Alemania (Bundesministerium für Bildung und Forschung)
CCIMP	Cámara de Comercio e Industria de la Provincia Marsella (Chamber of Commerce and Industry of Marseilles-Provence)
CEA	Comisión para la Energía Atómica (Atomic Energy Commission)
CH	Suiza
CIML	Centro de Inmunología de Marsellas-Luminy (Centre d'Immunologie de Marseilles-Luminy)
Cluster	Cúmulos geográficos de empresas y organizaciones interrelacionadas
CNRS	Centro Nacional de Investigación Científica (National Scientific Research Center)
CPCET	Centro Clínico de Farmacología y Evaluación Terapéutica (Centre de pharmacologie clinique et d'études thérapeutiques)
CPP	Citas por publicación
CRO	Clínicas/organizaciones de investigación a contrato
DBF	Firmas dedicadas a la biotecnología (Dedicated Biotechnology Firm)
DE	Alemania
Depto.	Departamento
DIACT	Delegación Interministerial para la administración y la competitividad del territorio (Délégation interministérielle à l'aménagement et à la compétitivité des territoires)
DIB	Unión Industrial Alemana de Biotecnología
DK	Dinamarca
Dr.	Doctor

DVFA	Asociación Alemana para el Análisis Financiero y el Manejo de Activos (Deutsche Vereinigung für Finanzanalyse und Asset Management)
ECU	Unidad Monetaria Europea (unidad de cuenta previa al Euro)
Ed(s).	Editor(es)
EUA	Estados Unidos de América
EIB	Banco Europeo de Inversión
EIF	Fondo Europeo de Inversión
EPO	Oficina Europea de Patentes
EPST	Centro Nacional de Investigación Científica (Francia)
ERBI	Iniciativa Biotecnológica de la región Este (East Region Biotechnology Initiative)
ES	España
ESIL	Escuela Superior de Ingenieros de Luminy (École supérieure d'ingénieurs de Luminy)
ESIM	Escuela Superior de Ingenieros de Luminy Ecole Supérieure d'Ingénieurs de Marseille et al.
et al.	et alii
EUA	Estados Unidos de América
EVA	Agencia para el Desarrollo de Negocios de Basilea
€	Euro
Fábr.	Fábricas
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
Fig.	Figura
FMI	Instituto para la Investigación Biomédica Friedrich Miescher (Friedrich Miescher Institute for Biomedical Research)
FR	Francia
FTEs	Equivalentes a tiempo completo (Full-time equivalents)
GGG	Green Gate Gatersleben
GmbH	Sociedad de responsabilidad limitada (Gesellschaft mit beschränkter Haftung)
GT8	Grupo de trabajo 8 (Groupe de Travail 8)
Ibid.	ibidem
IFR	Instituto Federativo de Investigación (Federative Research Institutes)

INSERM	Instituto Nacional para Salud e Investigación National Institute for Health and Research
IPK	Instituto Leibniz para Genética de plantas e Investigación del Cultivo de Plantas (Leibniz - Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung)
IPO	Oferta pública inicial (Initial public offer)
ISA	Agencia Invierta en Suecia (Invest in Sweden Agency)
I&D	Investigación y Desarrollo
Joint-venture	Contrato de riesgo compartido
LBIC	Centro de Innovación en Biociencia de Londres (London Bioscience Innovation Center)
LDA	Agencia para el Desarrollo de Londres (London Development Agency)
£	Libra Esterlina
M.	Millón
MERCOSUR	Mercado Común del Sur
Km.	Kilómetro
n.	Número
NACE	Nomenclatura General Europea de las Actividades Económicas (Nomenclature générale des activités économique dans les communautés européennes)
NL	Pasíses Bajos
NRW	Renania del Norte – Westfalia (Nordrhein-Westfalen)
NUTEK	Agencia Sueca para el Desarrollo de Negocios (Swedish Business Development Agency)
OECD	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos
ONG	Organización no-gubernamental
PACA	Provincia – región Alpes-Côte-d’Azur
pC	per Capita
PhD	Graduados de doctorado
PIB	Producto Interno Bruto
pMC	Por millón de habitantes (per Million Capita)
PRO	Organización Pública de Investigación (Public research organization)
PyME	Pequeña y mediana empresa
RR.HH.	Recursos humanos
SA	Sociedad Anónima

SE	Suecia
Spin-off	Empresa nueva formada por miembros de una organización
Start-up	Emprendimiento en etapa inicial
SusChem	Plataforma Tecnológica Europea para la Sostenibilidad Química
\$	Dólar estadounidense
\$PPA	Paridad del poder adquisitivo en Dólares estadounidenses
TI	Tecnologías de la información
TT	Transferencia tecnológica
UE	Unión Europea
UE15+3	Bélgica, Alemania, Dinamarca, Finlandia, Francia, Grecia, Reino Unido, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Austria, Portugal, Suecia, España más Islandia, Noruega y Suiza
UE25	Bélgica, Alemania, Dinamarca, Finlandia, Francia, Grecia, Reino Unido, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Austria, Portugal, Suecia, España más Estonia, Letonia, Lituania, Malta, Polonia, Eslovaquia, Eslovenia, República Checa, Hungría y Chipre.
UK	Reino Unido
UNIDO	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
USD	Dólar estadounidense
VAB	Valor Agregado Bruto
VINNOVA	Agencia Sueca para Sistemas de Innovación (Swedish Agency for Innovation Systems)
ZENIT	Centro para la Innovación y Técnica (Zentrum für Innovation und Technik)

## Resumen ejecutivo

La biotecnología tiene una gran significación para los procesos de innovación y desarrollo en diferentes ámbitos de la economía. Su potencial para el desarrollo de procesos, productos y servicios nuevos o mejorados es indiscutible. El establecimiento de nuevos mercados y el fortalecimiento de la competitividad de sectores tradicionales generan nuevos empleos y a la vez aseguran las fuentes de trabajo existentes.

Hace unos 27 años comenzó la aplicación industrial de la biotecnología moderna. Las primeras firmas se formaron a fines de los años setenta y a principios de los ochenta en los EUA, mientras que en Europa el sector es significativamente más joven; la mayoría de las firmas se originaron en los años noventa. A pesar del enorme éxito de las grandes empresas, en general pequeñas y medianas empresas (PyMEs) dominan la estructura de la industria en la biotecnología. La biotecnología moderna es caracterizada sobre todo por largos ciclos de producto, inseguridad tecnológica y de mercado, como también por ser intensiva en capital, lo que dificulta la formación de nuevas empresas en el sector.

La mayor parte de las firmas en Europa están activas en el sector de la salud, seguidas en número por las que se encuentran en el sector de agro-alimentos y en aplicaciones industriales y medioambientales. Desde 1992, el número de empresas biotecnológicas en Europa ha crecido de cerca a 450 a más de 1800 en el año 2004. El número más alto de empresas en 2004 fue registrado por Alemania, seguida por Gran Bretaña y Francia. Las tasas de crecimiento más elevadas se observan en países como Suecia, Dinamarca y Alemania. Europa del Sur se muestra más bien débil en términos de desarrollo. En 2003/04 la industria biotecnológica europea dio ocupación a cerca de 89.500 personas. La biotecnología en Europa es ejercitada principalmente por empresas orientadas a la investigación. En cuanto a los trabajadores, 44% están involucrados con tareas de las áreas de investigación y desarrollo.

El capital de riesgo es la fuente financiera más importante y en segundo lugar están los subsidios estatales. Entre las demás posibilidades financieras están las alianzas, créditos, “inversiones privadas en patrimonio público (PIPE)”, o la realización de una primera oferta pública en la bolsa.

En lo que atañe a los centros europeos de investigación biotecnológica es necesario tener en cuenta que su fundación frecuentemente se debe a estímulos externos, los que motivaron a institutos ya existentes a extender o reestructurar sus áreas de investigación. En este contexto, se debe considerar los siguientes criterios con respecto a un centro de investigación: (1) la biotecnología abarca por lo menos el 50% de las actividades de I&D, (2) al menos la mitad del financiamiento proviene de fuentes públicas y, (3) persigue metas específicas para el desarrollo de la biotecnología. En lo que toca a las metas específicas, se puede marcar las diferencias en base a las siguientes cuatro opciones: (1) Proveer educación y entrenamiento, (2) Construir una base de conocimientos sobre biotecnología, (3) Ser un centro de excelencia en investigación y, (4) Promover la comercialización y desarrollo económico en la industria.

Si bien los centros mantienen actividades en diferentes sectores de la biotecnología, el enfoque en solamente un área específica de investigación es predominante. Los centros europeos examinados se concentran mayoritariamente en “biotecnología humana”, seguidos por investigación básica, “fábrica de células”, biotecnología de plantas y biotecnología animal.

El personal bien entrenado y altamente cualificado es un requisito importante para el desarrollo de la investigación biotecnológica y la aplicación industrial. Dentro de los países europeos, en relación al tamaño de las respectivas naciones Europeas, Gran Bretaña, Irlanda, y Francia están entre los países con las tasas más altas de graduados de programas de doctorado (PhD).

El número de publicaciones en el campo de la biotecnología también es un factor fundamental para caracterizar la importancia de esta rama de investigación y aplicación industrial. En relación al tamaño del país, las naciones del norte europeo y Suiza quedan arriba en la comparación. La misma situación se observa en las altas tasas de crecimiento de publicaciones científicas sobre biotecnología. Dentro de los países europeos grandes, Gran Bretaña es el que mejor se desenvuelve en la producción científica. Acerca de la situación de aplicación de patentes (considerando el tamaño de las respectivas naciones), entre los países que lideran se encuentran Islandia, Dinamarca y Suiza. La mayoría de los países muestra un desarrollo emergente.

El establecimiento de redes más estrechamente tejidas promete ser un elemento clave para el desarrollo y fortalecimiento de la competitividad biotecnológica. Ya en el pasado se ha formado un gran número de clusters de empresas en este sector. Estos persiguen el objetivo de conectar diferentes recursos de la industria e instituciones públicas de investigación, de universidades y de potenciales inversionistas. En tal constelación, la aglomeración de competidores, clientes y proveedores promueve la innovación y competitividad.

Desde una perspectiva geográfica, las empresas biotecnológicas europeas parecen estar distribuidas en toda el área de miembros de la Unión. No obstante, hay que señalar que estas están frecuentemente en clusters existentes que juegan un papel importante en transferencia de conocimientos y recursos para el sector de la biotecnología. Ejemplos de los principales clusters de empresas y redes regionales y supra-regionales en Europa son la ScanBalt BioRegion, la Medicon Valley Alliance o la BioTech-Region München.

Desde finales de los años ochenta, la atención de Europa se ha enfocado en políticas de tecnología y transferencia de tecnología académica. A partir del “Single European Act” en 1987, donde por primera vez se establecieron bases legales para programas de I&D desarrolladas por la Comisión Europea, como complemento de diversos fondos y programas nacionales, se dio inicio al fortalecimiento de lazos entre universidades y empresas, poniendo particular énfasis en la pronta obtención de resultados comerciales tangibles.

En el caso de la transferencia tecnológica en el ámbito de la biotecnología roja, se prestó mucha atención a las peculiaridades de las conexiones estratégicas entre universidades privadas, organizaciones públicas de investigación, parques tecnológicos y las empresas de biotecnología. En la biotecnología agrícola resaltó la existencia de dos canales principales para la transferencia de innovaciones tecnológicas generadas en las universidades: las oficinas de transferencia tecnológica y los servicios de extensión cooperativa. En el campo de la biotecnología blanca, usando como ejemplo la Plataforma Tecnológica Europea para la Sostenibilidad Química (SusChem), se explicó como ésta sirve de facilitador para la transferencia tecnológica.

Al comparar las capacidades biotecnológicas en la UE y el MERCOSUR se puede ver claramente la existencia de grandes diferencias en el nivel de desarrollo de la biotecnología de las dos regiones. En ello, la diferencia de los factores-insumo (centros de I&D y posgrados)

resulta claramente menor que la diferencia de los factores-producto (publicaciones, patentes, empresas). Tradicionalmente, los desarrollos biotecnológicos en Latino America se han realizado con la estrategia de *technology push*. Esta es una de las principales causas para la lenta incorporación de la biotecnología en diferentes sectores de las economías latinoamericanas.

La industria biotecnológica aún está débilmente desarrollada en los países del MERCOSUR. Los indicadores de desarrollo como volumen de ventas, número de empleados, número de empresas, etc. están por debajo de Europa y Asia. Aún se debe establecer en este sector una masa crítica de empresas innovadoras capaces de desarrollar mercados nacionales e internacionales.

Estos factores mencionados llevan a concluir que en el MERCOSUR aún existen grandes problemas relacionados a la transferencia de nuevas tecnologías entre la academia y el sector privado.

Es muy importante tomar en cuenta las particularidades de las empresas biotecnológicas con relación a la alta inversión inicial y al retraso en el retorno de los capitales provocado por los largos períodos de investigación. Paralelamente, es recomendable tomar medidas para alentar a la banca privada a apoyar a estos emprendimientos incentivando la creación o expansión de empresas. Si las empresas se ven obligadas a desfocalizar sus esfuerzos en otras actividades ajenas a la I&D para poder generar los recursos necesarios para subsistir, no exitirá la concentración de esfuerzos necesaria para lograr el éxito en los proyectos de la empresa.

El fomento estatal o de fuentes supra-nacionales a través de los fondos concursables para las empresas biotecnológicas en sus primeros años se podría combinar con financiamiento de otras fuentes para fases posteriores. De esta manera se daría respaldo a las actividades de investigación permanentes que permitan introducir innovaciones a los procesos, manteniendo así las ventajas competitivas sin tener que luchar por subsistir ni enfrentar a los competidores de inmediato.

Debido al limitado mercado para productos y servicios biotecnológicos que el MERCOSUR posee, para atraer inversiones extranjeras no es aconsejable seguir la misma estrategia de países (o mercados) grandes (por ejemplo China) que pueden ofrecer un mercado local grande

para inversiones extranjeras en áreas de alta tecnología. En contraste, los países del MERCOSUR deben buscar otras opciones estratégicas para atraer empresas tecnológicas extranjeras a la región.

Dos direcciones marcan las principales potencialidades para la biotecnología en el MERCOSUR. Una de ellas está en línea con las cadenas de valor de materias primas e insumos existentes en la región. Desarrollar la biotecnología para dar soporte a estas cadenas de valor permitirá aumentar los rendimientos y bajar los costos de producción, a tiempo de modernizar sus posibilidades tecnológicas. En este caso, el mercado para la producción biotecnológica estaría en la misma región, con las consiguientes ventajas de especialización y localización. Esto es válido tanto para las cadenas de productos alimenticios como para aquellas que proveen insumos a mercados industriales.

La segunda posibilidad clara para la biotecnología en el MERCOSUR se relaciona a la prestación de servicios médicos biotecnológicos. La prestación de servicios de análisis y diagnóstico presentan una demanda creciente. Adicionalmente, la brecha tecnológica que hay que cerrar y el esfuerzo financiero necesario para lograr niveles de competitividad es menor que en otras áreas de la biotecnología más intensivas en capital. Además, otras áreas de la biotecnología requieren de periodos de desarrollo más prolongados.

## 1. Introducción

El proyecto Apoyo al Desarrollo a las Biotecnología en el MERCOSUR - BIOTECH MERCOSUR ALA/2005/017/350 busca promover el desarrollo común y coordinado de las capacidades económicas de la región, poniendo especial énfasis en el sector de alto potencial de la biotecnología.

La relación que existe entre la innovación biotecnológica y las políticas que afectan la investigación y la educación superior, las cuestiones como la promoción y la facilitación de las estrategias de gestión de los derechos de propiedad intelectual en las instituciones académicas, el desarrollo de alternativas de capital de riesgo y de arranque, el papel de la iniciativa empresarial y los start-ups, así como la conversión de las empresas existentes en actores activos en los procesos de innovación en el campo de las biotecnologías, son de capital importancia. Para mejorar esta situación, es necesario trabajar en la definición e implementación de políticas consensuadas a nivel regional en cuanto a ciencia, tecnología e innovación.

En el marco de los objetivos específicos del proyecto, el presente estudio hace un aporte al relevamiento de las capacidades en biotecnologías en la Unión Europea y a la comparación con las capacidades existentes en los países del MERCOSUR. Para ello se elaboró un inventario/diagnóstico comparativo de las capacidades biotecnológicas actuales de los países europeos y las correspondientes en el MERCOSUR. En este inventario se enfoca de manera especial la identificación de importantes centros de clusters y de excelencia, señalando además hechos sobre su desarrollo y desempeño. Adicionalmente, se analizan las diferentes opciones y posibilidades de éxito en la transferencia de tecnología del sector académico hacia el sector productivo.

La base para la caracterización de la investigación y desarrollo biotecnológicos, así como de sus áreas de aplicación, es la distinción a través de las bases conceptuales y los criterios de demarcación interna de los sectores. Sobre esta base, elementos clasificadores que ayudan a identificar y analizar empresas activas en este sector específico fueron desarrollados. A partir de esto, en las consideraciones posteriores se pone en relieve las condiciones especiales y escenarios del desarrollo de la industria biotecnológica europea.

Con el objetivo de analizar el potencial europeo para I&D, se aborda la identificación del desempeño de centros de investigación importantes. Esto se logra mediante una comparación internacional, para poder realizar una evaluación básica de sus posiciones. A esto le siguen consideraciones tanto del grado de cualificación de los empleados, la importancia de las publicaciones científicas y de las patentes realizadas, como de la situación financiera para la investigación y aplicación biotecnológica a nivel europeo. Finalmente, en el centro de la discusión se presenta el desarrollo específico de la industria biotecnológica europea, empleando las experiencias estadounidenses como telón de fondo.

Con el antecedente de la identificación de importantes centros biotecnológicos europeos, la temática de los clusters y redes de innovación es de gran interés. Tomado como base el debate científico acerca del provecho de las aglomeraciones temáticas y espaciales, y de la utilidad de la formación de redes regionales y supra-regionales, se analiza y evalúa el desarrollo de un cluster biotecnológico que sobrepasa fronteras, usando como ejemplo el caso de Medicon Valley.

A partir de ese punto, el objetivo de la investigación es hacer denotaciones acerca de los procesos de transferencia tecnológica de la biotecnología en la Unión Europea. Las particularidades de modelos específicos de transferencia en las áreas de la biotecnología roja, verde y blanca, son explicadas a través de importantes clusters regionales. El empleo de casos como ejemplo sirve para ilustrar y también facilita la sistematización de los modelos específicos de sector.

Por último, las experiencias ganadas se trasladan a un análisis comparativo del potencial y desempeño de la biotecnología en los países del MERCOSUR y de la Unión Europea.

## **2. Metodología**

La presente investigación se orienta metodológicamente a la recolección, tratamiento y análisis de datos estadísticos existentes, tanto del sector de investigación y desarrollo biotecnológicos, como de la aplicación industrial y aprovechamiento comercial.

Entre los recursos empleados están la literatura especializada y fuentes electrónicas de información. En este contexto, aparte del análisis de publicaciones sectoriales específicas

hechas por instituciones y centros de investigación europeos e internacionales, se recurrió a bancos de datos científicos, reportes económicos actuales, documentos gubernamentales y notas de prensa.

La presentación incorpora tendencias y desarrollos generales que son confrontados de acuerdo a las informaciones específicas de los países. Casos de estudio escogidos facilitan la integración de datos adicionales y ponen en discusión puntos esenciales especialmente reveladores desde el punto de vista regional y temático. Ilustraciones gráficas resumen conocimiento ganado y buscan la sistematización de procedimientos modélicos.

En la presente investigación, la recolección de datos y su tratamiento fueron realizados en coordinación y comunicación continua con el ATI Principal y con el equipo de la Unidad de Gestión del proyecto. Asimismo, se coordinó con los equipos que tienen a su cargo el Contrato BIOTECH-ALA-2005-017-350-C2 “Inventario Diagnóstico de las Biotecnologías de la UE y comparación con las de los países del MERCOSUR”, en particular con los correspondientes al inventario y diagnóstico de las capacidades en biotecnologías.

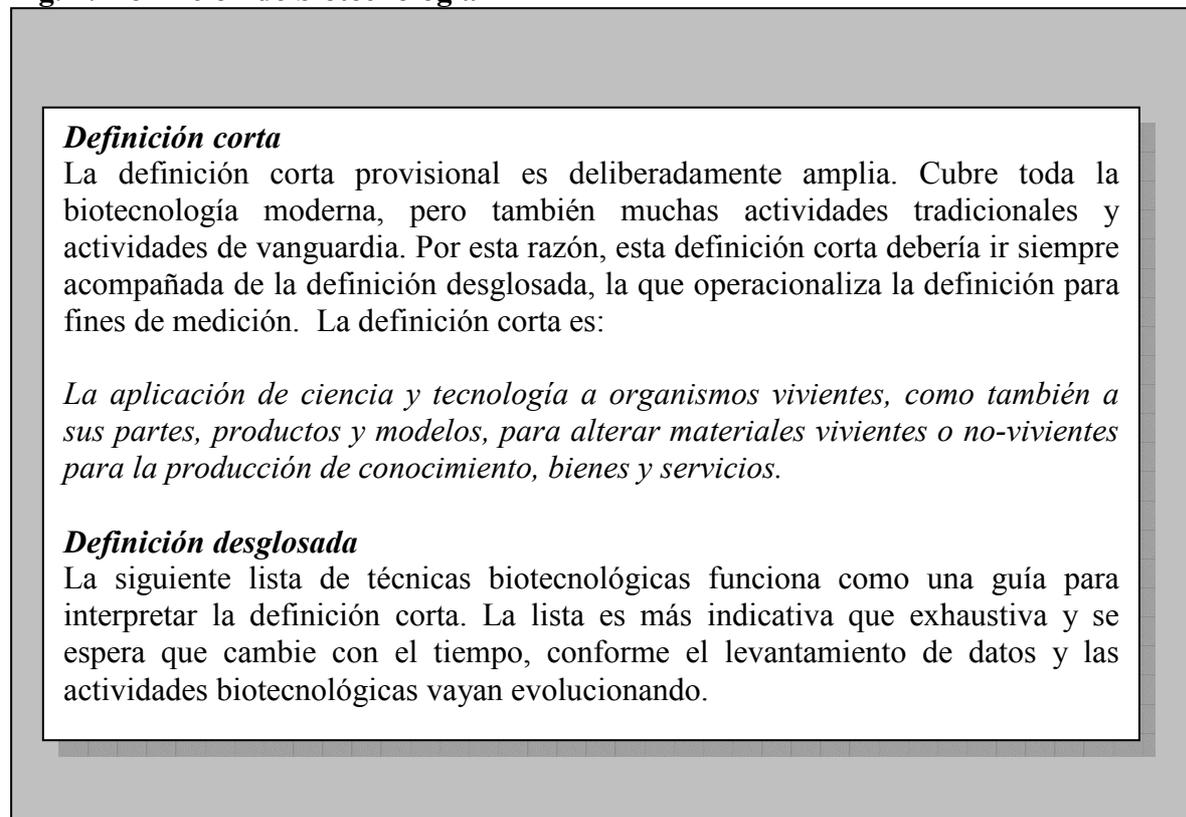
# 1 La biotecnología en la economía europea

## 1.1 Características principales y diferenciación del término biotecnología

La biotecnología, como tecnología transversal y de punta, tiene una gran importancia para los procesos de innovación y desarrollo en diferentes áreas de la economía. Su potencial para el desarrollo de procesos, productos y servicios nuevos o mejorados es indiscutible. El establecimiento de nuevos mercados y el fortalecimiento de la competitividad de sectores tradicionales generan empleo y a la vez aseguran las fuentes de trabajo existentes. Según expertos, estos días son apenas el inicio de las posibilidades que abre el desarrollo del rendimiento económico de la biotecnología<sup>1</sup>.

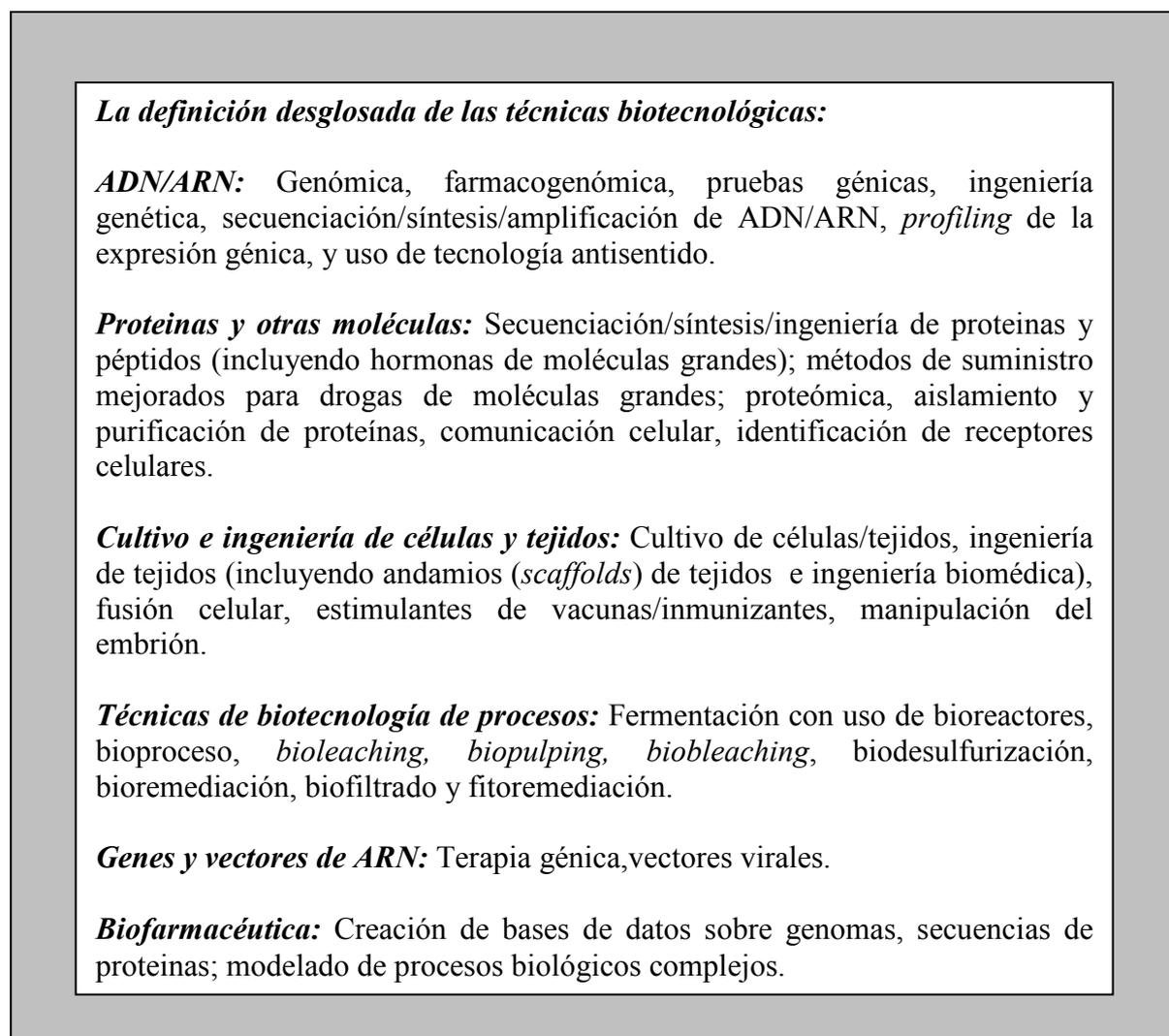
Como base para la definición y delimitación del término *biotecnología*, este documento sigue la línea de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD) en cuanto a definición de investigación y aplicación biotecnológica.

**Fig. 1: Definición de biotecnología**



Fuente: OECD (2005).

<sup>1</sup> Nusser [et al.] [Eds.] (2007:13).

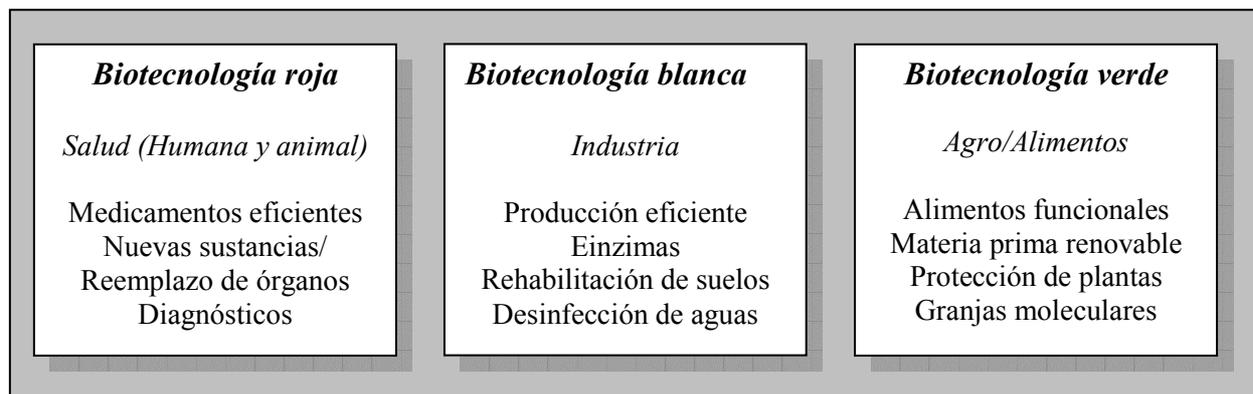
**Fig. 2: Definición de biotecnología (Continuación)**

Fuente: OECD (2005).

Consecuentemente, la Unión Industrial Alemana de Biotecnología (DIB) caracteriza la “biotecnología moderna” como la combinación de todos los métodos, procedimientos y productos que se enfocan en la utilización de organismos vivos, sus componentes celulares o subcelulares. En este entendido, los descubrimientos de la investigación en las áreas de la bioquímica, biología molecular, inmunología, virología, microbiología, biología celular o ingeniería ambiental y de procesos, son el centro de interés para la aplicación industrial. A los productos y segmentos de mercado señalados pertenecen los medicamentos, vacunas, productos medicinales, diagnósticos, creación de plantas, materia prima renovable, producción de alimentos, enzimas, químicos finos, biotecnología ambiental, y servicios analíticos (DIB 2007:10).

Siguiendo la definición propuesta, el campo de la biotecnología se puede dividir en tres áreas que por lo general son distinguidas bajo las expresiones de biotecnología *roja*, *verde* y *blanca*; dichas denominaciones se refieren a aplicaciones que juegan un rol en los sectores de la medicina, agricultura e industria, respectivamente.

**Fig. 3: Areas de la biotecnología**



Fuente: Modificado de DVFA (2005:2).

Al enfocar la primera de las áreas mencionadas, se ve claramente cómo la biotecnología, por ejemplo en la industria de fármacos, se ha convertido en una fuerza impulsora de la innovación. El desarrollo de medicamentos más eficientes y de nuevas sustancias sin el empleo de métodos biotecnológicos es difícilmente imaginable. La investigación del genoma está poniendo a disposición terapias más efectivas para enfermedades de difícil tratamiento terapéutico como el cancer, Parkinson o Alzheimer. A través del conocimiento sobre genes que han sido relacionados con enfermedades, han aumentado además las esperanzas de poder ofrecer posibilidades mejoradas de prevención y terapias individuales. Un otro aspecto se refiere a las oportunidades arriba mencionadas, las que resultan de la aplicación de la biotecnología en el reemplazo de tejidos y órganos (ingeniería de tejidos). Reemplazos biológicos de huesos y cartílagos o el cultivo de células cutaneas para su implantación en víctimas de quemaduras, presentan posibilidades de aplicación que ayudan a la regeneración de órganos. (BMBF 2001:11-12).

En el marco de la biotecnología verde, hay que referirse a las actividades de investigación sobre materias primas renovables que aportan al objetivo de reemplazar materias primas basadas en petróleo. Por otra parte, el desarrollo del cultivo de plantas transgénicas juega un importante rol en la contribución al aseguramiento de suficiente producción de alimentos a través de plantas resistentes a enfermedades y fatigas o tolerantes a la sal y la sequía. En el área

de “alimentos funcionales”, se debe mencionar los alimentos mejorados para prevenir problemas de salud y evitar enfermedades causadas por deficiencia alimenticia.

En este contexto, la discusión europea sobre la conveniencia de llevar aplicaciones de ingeniería genética al área de la agricultura es de gran importancia. En este debate, Alemania merece especial mención; allí la aplicación de cultivos de plantas modificadas genéticamente es fuertemente controvertida y la opinión pública la califica enfáticamente como innecesaria, habida cuenta del suministro asegurado de alimentos<sup>2</sup> (BMBF 2001:12).

A diferencia de la biotecnología roja (medicinal y farmacéutica) y la verde (agricultura y plantas), la biotecnología blanca se ocupa del empleo de organismos presentes en la naturaleza o de sus componentes para la producción industrial. El área de producción industrial se beneficia de los descubrimientos de la investigación del genoma y de la nueva mirada al metabolismo celular. En vista del gran potencial de aplicación, los precios crecientes de las materias primas, energía y eliminación de desechos, han aumentado el interés en la biotecnología industrial; muchos procesos biotecnológicos se basan en materias primas renovables y por ende, los procesos de producción, como procesos sintéticos, a menudo resultan más favorables para el medio ambiente, menos costosos y más sostenibles.

Entre las principales áreas de aplicación de la biotecnología industrial está el uso de biocatalizadores optimizados, llamados enzimas, en detergentes y fluidos para la limpieza. Adicionalmente, están los procesos biotecnológicos en la fabricación de antibióticos, síntesis de hormonas y producción de vitaminas. Entre otras áreas, está el uso de enzimas para terapéutica y diagnóstica, en la industria de los alimentos, alimentos funcionales, pre y probiótica, así como en los suplementos alimenticios para animales. Tanto en procesos de afinado de textiles y cueros como en la industria del papel y celulosa, las enzimas juegan un papel importante en los procesos de limpieza y blanqueado. En el campo de la agroquímica, el mercado para biopesticidas y herbicidas es también importante.

La significación económica de los portadores de energía basados en biomasa, sobre todo del bioetanol y biodiesel, ha aumentado continuamente en los últimos años. En el área del

---

<sup>2</sup> Los resultados de la encuesta del Eurobarometer con referencia a la postura de la población europea frente a la investigación y desarrollo biotecnológico profundizan esta situación. Ver Comisión Europea [Ed.] (2006a). Adicionalmente, la actual antología de Busch [et al.] [Eds.] (2008) se ocupa del tema de la ingeniería genética verde en la opinión pública.

bioetanol, los llamados Super Bugs (microorganismos altamente especializados) cumplen una función, pues gracias a su carga enzimática están en posibilidades de metabolizar substratos a glucosa y ethanol. También en la producción de biodiesel se trabaja en el reemplazo de procesos químicos de catálisis por procesos biotecnológicos más sostenibles. La producción biotecnológica de biopolímeros para la industria plástica es un otro campo de innovación de los procesos biocatalíticos. Los biopolímeros producibles y degradables microbiológicamente podrían liberar parcialmente a esta industria de su dependencia del petróleo en el futuro. Por último, habría que hacer referencia a las oportunidades que resultan del potencial interdisciplinario de la biotecnología y que prometen avances en el área de ingeniería de microsistemas y nanotecnología (BMBF 2001:13, BMBF 2007).

## **1.2 Clasificación de empresas biotecnológicas**

Una empresa biotecnológica es aquella que utiliza técnicas biológicas modernas (no convencionales) para desarrollar productos comerciales o tecnologías. Se excluyen de esta definición las empresas de fermentación tradicionales (productoras de cerveza, vino, queso, levadura, cecinas, etc.), salvo aquellas que incorporan biotecnología moderna en el proceso (Ernst & Young)<sup>3</sup>.

Se ha realizado una clasificación de las empresas de biotecnología de acuerdo al grado de aplicación de procedimientos biotecnológicos. La idea es distinguir entre las empresas de biotecnología en el sentido más estricto (desarrollo de propios procedimientos y productos biotecnológicos), los utilizadores de biotecnología (por ejemplo, empresas forestales o agrícolas), y las empresas que solamente comercializan productos biotecnológicos (véase la Figura 4).

---

<sup>3</sup> En lo siguiente Dornberger [et al.] (2002:15-19).

**Fig. 4: Tipos de empresas que se dedican a la biotecnología**

	<i>Definición</i>
<b><i>Tipo I</i></b>	Empresa que desarrolla productos y/o procesos biotecnológicos avanzados, que realiza investigación y desarrollo, y que comercializa mayormente productos o servicios biotecnológicos propios
<b><i>Tipo II</i></b>	Empresa que ha desarrollado esporádicamente algún producto y/o proceso biotecnológico básico (proceso innovador no permanente), que realiza I&D (o posee fondos para ello), y que comercializa principalmente productos más tradicionales (que incluyen el uso de la biotecnología moderna)
<b><i>Tipo III</i></b>	Empresa que posee fondos y/o realiza I&D para incorporar o adaptar procesos en su cadena de producción (sus productos finales son tradicionales)
<b><i>Tipo IV</i></b>	Empresa que comercializa productos biotecnológicos y que no realiza (ni pretende realizar) investigación ni desarrollo

Fuente: Dornberger [et al.] (2002:18).

Las empresas de Tipo I son las típicas empresas biotecnológicas. Tienen en el mercado una serie de productos de desarrollo propio, generan ingresos extras a través de las representaciones y destinan un buen porcentaje de fondos a la investigación y desarrollo. Estas empresas comercializan sus productos tanto en mercados nacionales como internacionales.

Las empresas de Tipo II son un grupo bastante interesante; allí se encuentran las empresas en formación que tienen algunos productos o servicios de desarrollo propio y que generan flujo de dinero con la venta de productos más tradicionales (que incluyen el uso de la biotecnología moderna). Estas empresas están orientadas hacia el desarrollo de un fuerte componente de investigación y desarrollo en sus productos, por lo que en futuro, algunas pasarán a formar parte del grupo de empresas tradicionales de biotecnología (Tipo I).

Las empresas de Tipo III se desenvuelven principalmente en sectores tradicionales de la economía nacional, como el agrícola y el forestal. Su objetivo principal es optimizar, a través de la biotecnología, el proceso productivo de productos tradicionales de estas áreas.

Las empresas de tipo IV son casi exclusivamente representantes comerciales de productos o servicios biotecnológicos de empresas internacionales o filiales de transnacionales. Sin embargo, en este grupo también se pueden encontrar empresas que tienen como objetivo a futuro la creación de productos biotecnológicos a través de la investigación y desarrollo.

### **1.3 Condiciones y curso evolutivo del desarrollo de la industria de biotecnología en Europa**

La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico en Europa (OECD) señala a la biotecnología como tecnología estratégica clave y transversal. Esta constituye así una significativa base para innovaciones no sólo en las áreas de la medicina y farmacéutica, sino también en la industria química, agricultura e ingeniería ambiental.

En los años setentas, se logró nuevos conocimientos científicos en el área de métodos de ingeniería genética y técnicas de cultivos celulares en el campo de organismos mayores. Esto tuvo como consecuencia una enorme ampliación de las posibilidades de investigación biotecnológica y fortaleció el potencial de innovación de esta rama de la ciencia. Los métodos propios de la biotecnología pertenecen ahora a los componentes indispensables de la investigación básica y conforman al mismo tiempo la base de cuantiosas aplicaciones industriales. Una encuesta DELPHI del año 1998 concluye que hasta el año 2020 aproximadamente la mitad de las 30 innovaciones más importantes serán realizadas con intervención de la biotecnología (BMBF 2001:10-11).

Para empresas que se mueven en la biotecnología, además de procesos modernos y nuevos productos, las oportunidades están en el descubrimiento temprano de las tendencias actuales y en un posicionamiento oportuno. Nuevos emprendimientos y *spin-offs* juegan un rol especial en este contexto; la rama moderna de la biotecnología ya brinda a muchas empresas posibilidades de asumir la responsabilidad por funciones que por ahora están en manos de grandes consorcios internacionales. Más aún, muchas empresas muestran desarrollo de productos y servicios propios y fomentan el establecimiento de una cultura industrial moderna (BMBF 2001:11).

Los comienzos de la aplicación industrial de la biotecnología moderna se remontan unos 27 años atrás. Las primeras empresas se formaron a fines de los años setenta y a principios de los ochenta en los EUA. Este sector es significativamente más joven en Europa; la mayoría de las firmas se originaron en los años noventa. A pesar del enorme éxito de las grandes empresas estadounidenses (Amgen y Genetech, entre otras), en general pequeñas y medianas empresas (PyMEs) dominan la estructura de la industria en la biotecnología.

La biotecnología moderna es caracterizada sobre todo por largos ciclos de producto, inseguridad tecnológica y de mercado, y también por ser intensiva en capital, lo que dificulta la formación de nuevas empresas en el sector. La tasa de mortalidad de empresas es alta y, en este contexto, los factores de éxito tradicionales a menudo son sólo de poca significación. Por la misma razón, se han desarrollado novedosas estrategias, como las que se hacen visibles en los ejemplos de cooperación específica entre firmas o alianzas estratégicas (Patzelt 2005:1).

El origen de la biotecnología moderna se encuentra en los EUA. En una perspectiva económica histórica, la empresa “Genentech” es frecuentemente señalada como la primera de su tipo. La manera en que se fundó muestra claramente la influencia de instrumentos de financiamiento específicos que hasta el día de hoy juegan un importante papel en este sector (Patzelt 2005:2).

“Genentech, Inc. fue fundada en 1976 por el capitalista de riesgo Robert A. Swanson y el bioquímico Dr. Herbert W. Boyer. A principio de los 1970s, Boyer y el genetista Stanley Cohen fueron pioneros de un nuevo campo llamado tecnología de ADN recombinante. Exitado por el salto, Swanson llamó a Boyer y solicitó una reunión. Boyer acordó dar 10 minutos de su tiempo al joven emprendedor. El entusiasmo de Swanson por la tecnología y su fé en su viabilidad commercial fue contagiosa y la reunion se extendió de 10 minutos a 3 horas. Al concluir, Genentech había nacido.” (Traducido de Genentech [2008]).

Según Prevezer (2001), el interés de los inversionistas de capital de riesgo por invertir en procedimientos nuevos e inseguros sería la causa del crecimiento de la industria biotecnológica. En el año 1986, el “bio-sector” estadounidense ya contaba con 800 empresas y con alrededor de 40.000 empleados. A pesar de diferentes caídas, el número de empresas en este sector ha crecido continuamente y a mediados de los años noventa había alcanzado un

nivel cercano a las 1400 firmas. La industria biotecnológica de EUA poseía un volumen total de 190 mil millones de Dólares Americanos en el año 2002 (Ernst & Young 2001, 2003a)<sup>4</sup>.

Los orígenes de la industria biotecnológica europea se remontan al año 1980 y a la fundación de la empresa “Celltech” en Gran Bretaña. De manera análoga al ejemplo norteamericano, la disponibilidad de capital de riesgo también jugó un importante papel en este caso. (Sainsbury 2003).

No obstante, de manera diferente al desarrollo estadounidense, la biotecnología inglesa en su conjunto no pudo generar ninguna tasa comparable de crecimiento. Cooke (2001) indica que se estaría hablando de un adelanto del sector biotecnológico norteamericano de aproximadamente 10 años. (Patzelt 2005:4).

Desde 1992, el número de empresas biotecnológicas en Europa ha crecido de cerca a 450 a más de 1800 en el año 2004 (vease tabla 1). El número más alto de empresas en 2004 fue registrado por Alemania (346), seguido por Gran Bretaña (311) y Francia (228). Incluso habiendo sobrepasado el número de empresas estadounidenses desde una perspectiva de toda Europa en aquel momento, era evidente que el número de personas ocupadas en este sector era claramente menor (Patzelt 2005:4).

En lo que se refiere a la construcción de la industria biotecnológica en Alemania, no se puede observar ningún desarrollo significativo antes de la década de 1990. Además del debate en la sociedad, el que era extraordinariamente crítico con las aplicaciones de métodos genéticos modernos, y de la restrictiva legislación en el ámbito del uso y comercialización de materiales genéticos, ocurrió también que el capital de riesgo estuvo apenas presente como factor de desarrollo (Becker [et al.] 2000)<sup>5</sup>.

Patzelt (2005:5) señala cambios en esta situación que condujeron a una mayor aceptación pública en el transcurso de los años noventa. En ese momento, las aplicaciones biotecnológicas comienzan a hacer una creciente contribución para la investigación medicinal y terapia de enfermedades más graves. Con reformas políticas y legislativas, el gobierno alemán sigue desde 1993 además el plan para apoyar nuevos emprendimientos en esta muy prometedora rama de la economía.

---

<sup>4</sup> Citado por Patzelt (2005:3).

<sup>5</sup> Citado por Patzelt (2005:5).

El concurso BioRegio (1995) fue parte de estas medidas y condujo a numerosos establecimientos de nuevas empresas en los siguientes años (Dohse 2000)<sup>6</sup>. A eso se sumaron programas de fomento en el ámbito de los fondos de capital de riesgo que fueron en parte iniciados con apoyo estatal (Giesecke 2000). El número de empresas biotecnológicas alemanas crece de 95 (1996) a 346 en el año 2004. La cifra de empleados en este sector fue de aproximadamente 10.000 en 2004 (Ernst & Young 2003b, 2005).

El análisis de las estadísticas de los países de Biopolis para el año 2004 revela un número de 1.605 compañías biotecnológicas para la Unión Europea. Esto supera modestamente la cuota de las partes estadounidenses.

**Tabla 1: Número de compañías biotecnológicas**

	2001	2002	2003	2004
Europa	1879	1878	1861	1815
Unión Europea (disponible)	1643	1650	1782	1605
EUA	1457	1472	1473	1444
Bélgica	66	69	70	70
Dinamarca	72	75	83	80
Finlandia	110	76	72	69
Francia	237	239	246	228
Alemania	364	360	350	346
Italia	51	51	50	50
Noruega	25	21	20	21
España	---	---	71	---
Suecia	188	179	177	178
Suiza	113	129	138	131
Reino Unido	306	331	334	311
Países Bajos	80	85	80	85

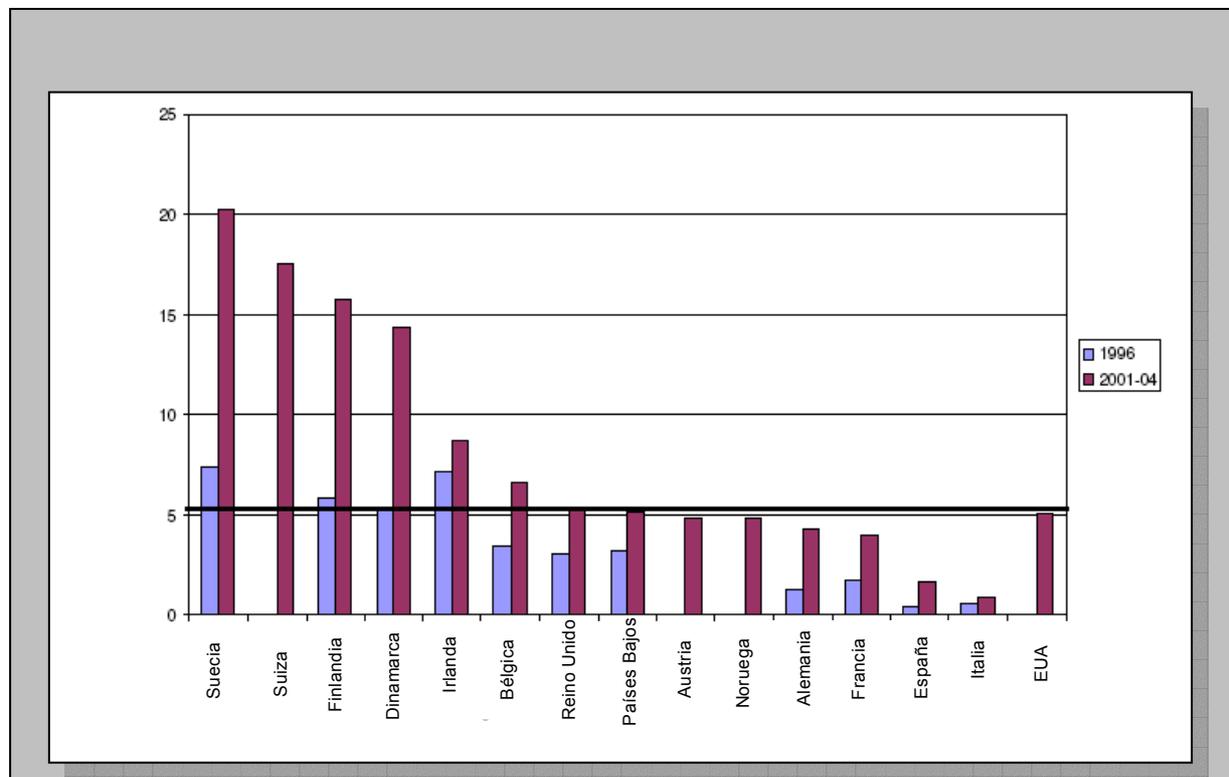
Fuente: Enzing [et al.] (2007b).

En los pasados diez años, la biotecnología europea ha venido ganando importancia de manera progresiva. Observando la siguiente figura, las tasas de crecimiento más elevadas se

<sup>6</sup> Ver también Staehler [et al.] (2006).

encuentran en países como Suecia, Dinamarca y Alemania. Europa del Sur se muestra más bien débil en términos de desarrollo.

**Fig. 5: Número de compañías biotecnológicas, pMC (por Millón de Habitantes)**



Fuente: Enzing [et al.] (2007a).

Si bien la definición de los campos de aplicación se diferencia entre los países, es posible identificar tres principales grupos relevantes: (1) salud, (2) agro/alimentos y (3) aplicaciones industriales y medioambientales. El primer segmento incluye salud tanto humana como animal. El segundo segmento incluye todas las aplicaciones agrícolas además de piscicultura, silvicultura y procesamiento de comida. La tercer área incluye procesamiento industrial, recursos naturales y aplicaciones medioambientales. Adicionalmente, una categoría denominada “otros” cubre los servicios y tecnologías-plataforma entre las que está la bioinformática, además de otras áreas de aplicación que no están incluidas en las tres categorías principales en algunos países.

La mayoría de compañías en Europa, 51 %, están activas en el sector de la salud, seguidas por 19 % en agro/alimentos y 15 % en aplicaciones industriales y medioambientales. Aproximadamente 16 % de las compañías están activas en la categoría “otros”. Alemania tiene la mayor cuota de investigación biotecnológica y aplicación en el sector salud (65 %), le

sigue Dinamarca con 58 %. La tasa de actividad para aplicaciones en agro/alimentos es la más alta en Alemania, Francia, Noruega y Finlandia. En el contexto de aplicaciones industriales y medioambientales dominan Finlandia, Alemania y Suecia.

**Tabla 2: Segmentos de la biotecnología y cuotas de empresas en % (2003)**

	Salud	Agro-alimentos	Aplicaciones industriales y medioambientales	Otros
Bélgica <sup>4,5</sup>	33	15	---	52
Dinamarca <sup>1,2,3</sup>	58	4	3	35
Finlandia <sup>6</sup>	52	18	25	5
Francia <sup>4,7,8</sup>	41	17	---	41
Alemania <sup>6,9</sup>	65	21	14	---
Italia	----	---	---	---
Noruega <sup>2,3,10</sup>	53	19	3	25
España	----	---	---	---
Suecia <sup>3,11</sup>	52	8	12	28
Suiza <sup>1,2,3</sup>	49	6	6	39
Reino Unido <sup>1,2,3</sup>	53	8	10	30
Países bajos	---	---	---	---

1 “Otros” incluye bioprocesamiento y químicos.  
2 Datos basados en firmas esencialmente biotecnológicas.  
3 Principal área de aplicación de la firma.  
4 Campo de aplicación basado en sector de actividad NACE . Éste subestima el número de firmas que trabajan en salud, puesto que muchas de estas firmas están en servicios de I&D y asignadas a la categoría “otros”.  
5. Servicios de salud incluidos en “otros”.  
6. Cada firma puede estar activa en más de un área de aplicación. Los resultados son el porcentaje del número total de combinaciones de la firma en cada aplicación.  
7 “Otros” incluye firmas en sectores industriales cuando no es posible determinar sus aplicaciones.  
8 La estimación de las aplicaciones industriales-medioambientales para Francia es imprecisa, puesto que la mayoría de las firmas manufactureras fuera de las farmacéuticas están asignadas a la categoría “otros”.  
9 Ninguna de las firmas en Alemania está asignada al área de aplicación “otros”. La categoría “salud” probablemente incluye firmas de tecnologías-plataforma.  
10 “Otros” incluye bioprocesamiento y químicos.  
11 Limitado a firmas con más de 50 empleados. “otros” incluye manufactureras de herramientas y suministros biotecnológicos.

Fuente: OECD (2006).

Tomando en cuenta los números actuales, la industria biotecnológica europea dio ocupación a cerca de 89.500 personas en 2003/04<sup>7</sup>. En la estructura empresarial dominan pequeñas y medianas empresas y la biotecnología en Europa es ejercitada principalmente por firmas orientadas a la investigación. Cerca de 44 % de los trabajadores están involucrados con tareas de las áreas de investigación y desarrollo. La típica empresa europea de 6 a 10 años de edad dispone de más de 28 trabajadores, mientras el promedio en las de 11 a 15 años de edad es de 41 trabajadores.

El cuadro abajo caracteriza el nivel de empleo en la biotecnología europea basado en tres categorías: (1) Empleados en I&D biotecnológicos (científicos y apoyo técnico), (2) todos los empleados con actividades relacionadas a la biotecnología (empleo activo en biotecnología) incluyendo I&D, gerencia, marketing y producción, y (3) el empleo total de las firmas activas en la biotecnología. El Reino Unido lidera en el sector de negocios con un estimado de 9.644 empleados en I&D biotecnológicos para el año 2003 (basado en todos los empleados en firmas esencialmente biotecnológicas). Alemania le sigue con 8.625 empleados en I&D biotecnológicos (excluyendo empleados en I&D no involucrados en biotecnología).

El número total de empleados en firmas biotecnológicas es difícil de comparar entre firmas esencialmente biotecnológicas y todas las firmas activas en biotecnología. Una mejor estimación, cuando la información está disponible, resulta de la comparación de los datos de todos los empleados con responsabilidades biotecnológicas (activos en biotecnología) con los datos del empleo total en las firmas esencialmente tecnológicas. Alemania lidera con 24,131 empleados “activos en biotecnología”, seguida por el Reino Unido con 22.405 empleados en firmas esencialmente tecnológicas.

---

<sup>7</sup> Los datos presentados corresponden al año 2003 o 2004 y se basan en información sobre ocupación total en firmas esencialmente biotecnológicas y equivalentes a tiempo completo.

**Tabla 3: Empleo en la biotecnología europea**

	Firmas esencialmente biotecnológicas <sup>8</sup>		Todas las firmas activas en biotecnología			Año
	Empleados (total)	Empleados (I&D)	Empleados (total)	Empleados (Activos en la biotecnología)	Empleados (I&D biotecnológico)	
Bélgica	2,676	---	11,137	4,261	1,984	2003
Dinamarca	17,329	3,866	---	---	4,781 <sup>9</sup>	2003
Finlandia	2,016	1,146	2,394	---	---	2003
Francia	8,922	4,193	---	---	---	2003
Alemania	17,277	8,625	---	24,131	8,024	2003
Italia	1,532	---	---	---	---	2004
Noruega	970	283	---	---	---	2003
España	1,484	---	---	---	2,884	2004
Suecia	3,716	2,359	8,632	---	1,648 <sup>10</sup>	2003
Suiza	8,819	4,143	---	---	---	2004
Reino Unido	22,405	9,644	---	---	---	2003
Países Bajos	2,415	---	---	---	---	2003

Fuente: OECD (2006).

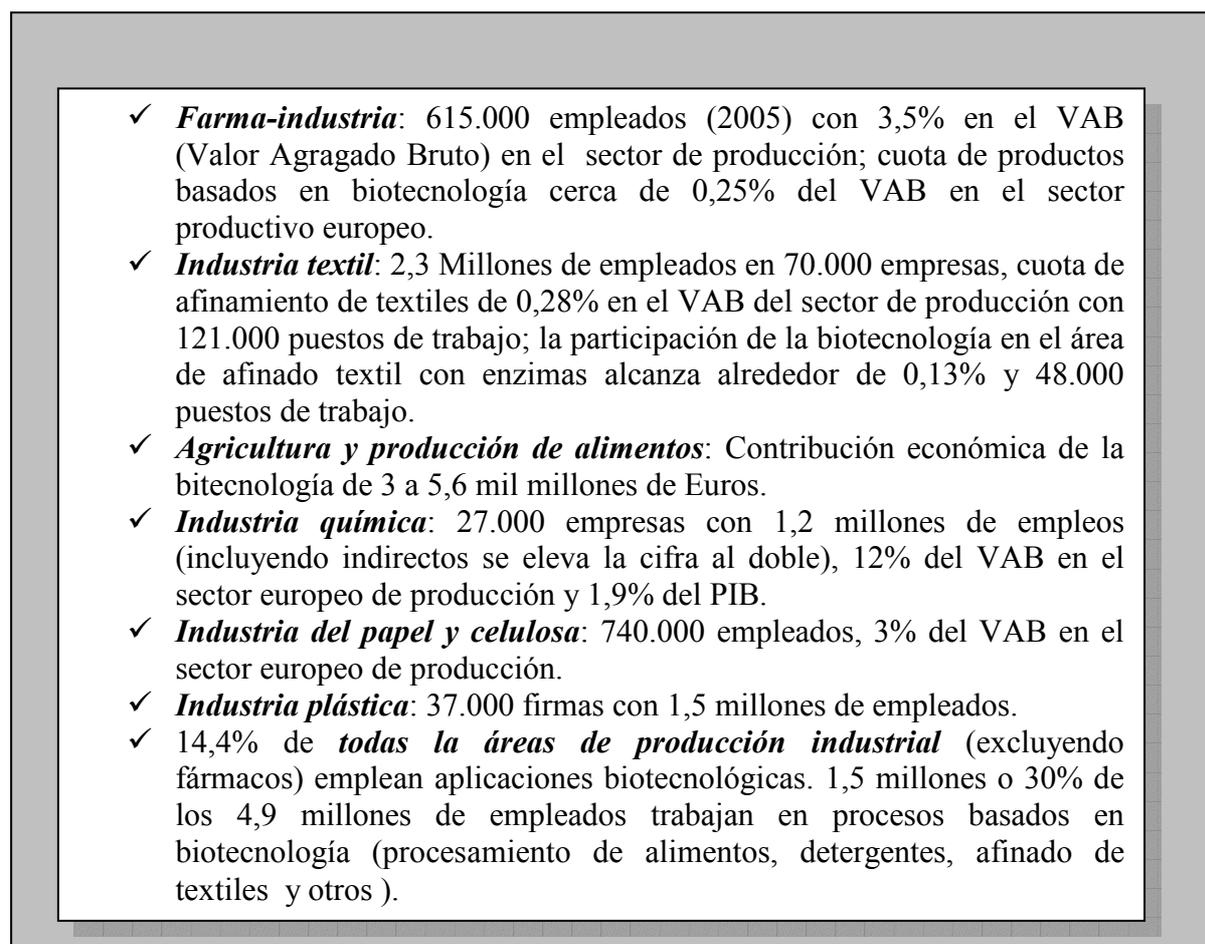
Vista de esa manera, la industria biotecnológica no cuenta como una rama especialmente grande de la economía. No obstante, en su función como rama transversal, ésta desarrolla y pone a disposición productos novedosos y aplicaciones innovadoras para otras ramas de la industria (Comisión Europea 2007a:3)<sup>11</sup>. La siguiente figura ilustra esta situación.

<sup>8</sup> Datos basados en firmas esencialmente biotecnológicas y equivalentes a tiempo completo.

<sup>9</sup> Equivalentes a tiempo completo.

<sup>10</sup> Equivalentes a tiempo completo.

<sup>11</sup> Ver también EuropaBio [et al.] [Ed.] (2006) y Comisión Europea [Ed.] (2005b), (2006b).

**Fig. 6: Áreas de aplicación de la biotecnología en Europa**

Fuente: Comisión Europea (2007a:3-4).

En el año 2004, todas las empresas biotecnológicas europeas juntas han invertido 7,6 mil millones de Euros en investigación y desarrollo. Firmas entre 6 y 10 años de edad invirtieron € 3,3 mil millones en promedio; aquellas entre 11 y 15 años, € 4 mil millones<sup>12</sup>. En todos los países miembros de la UE, los subsidios estatales cumplen un rol muy importante en el financiamiento de la biotecnología. Dos tercios de las firmas estudiadas por la Comisión Europea indicaron contar con capital de fuentes públicas para los siguientes dos años.

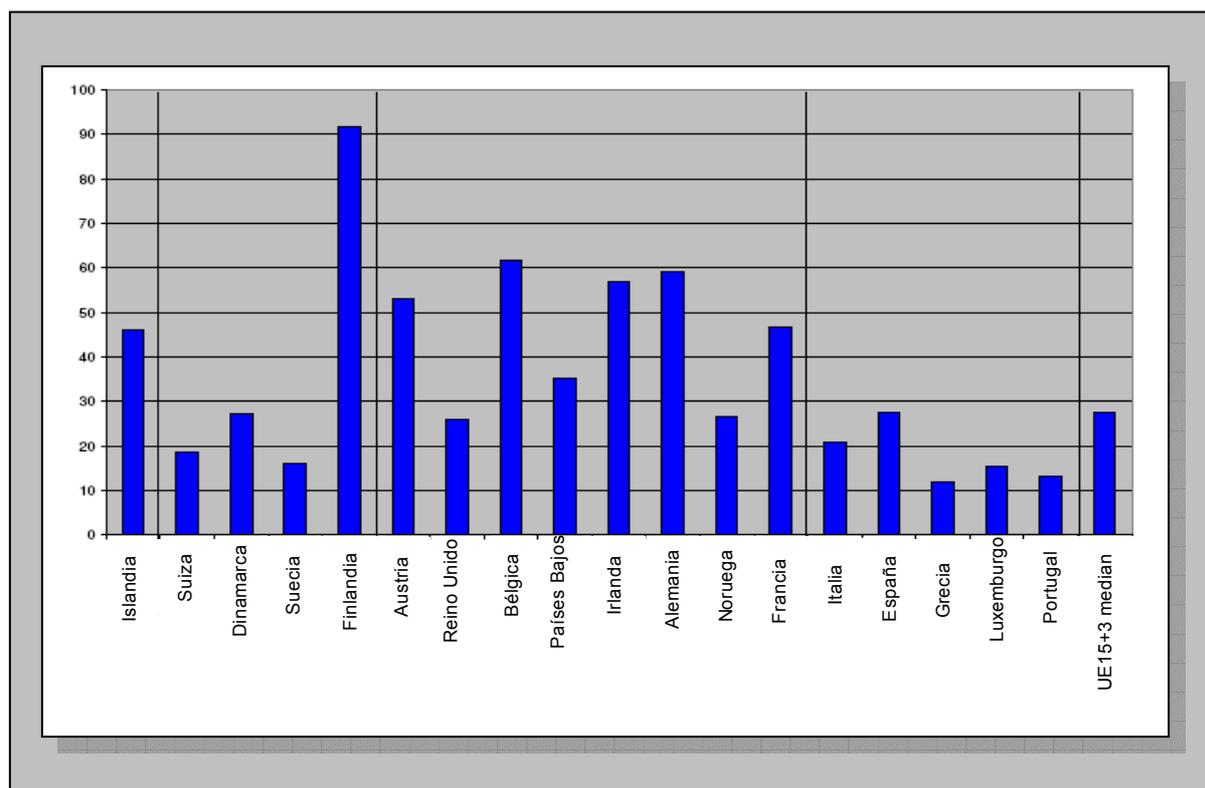
El capital de riesgo, con un nivel de 80%, es la fuente financiera más significativa y en segundo lugar están los subsidios estatales. Entre las demás posibilidades financieras están las alianzas, créditos, “inversiones privadas en patrimonio público (PIPE)” o la realización de una primera oferta pública en la bolsa (Comisión Europea [Ed.] (2007a:21).

<sup>12</sup> Consorcios europeos de economía mixta no son tomados en cuenta en estas estadísticas.

A raíz de la gran demanda y necesidad de medios públicos, el desarrollo de la biotecnología está sujeto a una adecuada política europea y nacional para el fomento a la investigación y desarrollo. Echando un vistazo a la Investigación Biopolis<sup>13</sup>, los subsidios públicos en 32 países europeos llegaron a \$ 4,1 mil millones en el año 2005.

La mayor parte del apoyo estatal se otorgó en Alemania, Francia y Gran Bretaña. En una comparación de los subsidios otorgados y el número de habitantes, Finlandia, Bélgica, Alemania, Irlanda, Austria, Francia e Islandia se colocan a la cabeza. Por el contrario, algunos países que también disponen de una estructura biotecnológica desarrollada asignan mucho menos dinero público y se concentran más en financiadores privados de investigación. Ejemplos de aquello son Suecia y Suiza.

**Fig. 7: Asignación de recursos públicos para la biotecnología en Europa, en \$PPA (paridad del poder adquisitivo en USD) pMC (por millón de habitantes), 2002-2005**



Fuente: Enzing [et al.] (2007b).

Según la mencionada Investigación Biopolis, no es evidente una clara relación entre la manera en que un país organiza su sistema de fomento financiero y el rendimiento biotecnológico resultante. Las causas de esto yacen en la diversidad de factores de éxito que

<sup>13</sup> Enzing [et al.] (2007a).

influyen en la investigación y aplicación biotecnológicas. Esto atañe también a los conocimientos y descubrimientos científicos, la transferencia de conocimiento entre el mundo académico y el empresarial, el fortalecimiento de la innovación y el desarrollo de productos, como también la facilitación del acceso a financiamiento y coordinación a nivel nacional e internacional. Finalmente, hay que añadir que el apoyo y fomento provenientes de la combinación de subsidios y reducción de limitaciones de acceso a financiamiento son una tarea necesaria de la parte pública (Comisión Europea [Ed.] (2007a:23-24).

Con el respaldo de los datos presentados, se puede resumir que la biotecnología europea ha ganado importancia notablemente. Después de un largo periodo de reestructuración a principios de la década del 2000, el Reporte Global de Biotecnología 2007 (Global Biotechnology Report 2007) reconoce en la biotecnología europea una sólida y sostenible tendencia hacia arriba.

Después de que las ventas totales de las sociedades anónimas y empresas privadas aumentaron en 7% el 2005, éstas volvieron a subir en 13% (€ 13,3 miles de millones) en 2006. Los gastos para investigación y desarrollo crecieron en 8% y se debe señalar que las empresas europeas reinvirtieron en I&D una parte significativa de sus cifras de negocios; en las sociedades anónimas esta reinversión fue 32%; en el ámbito de las empresas privadas 67%. Gastos en investigación y desarrollo son considerados necesarios para tener éxito a largo plazo. Esto atañe especialmente a las nuevas firmas privadas, empresas que tienen que imponerse con sus productos (Ernst & Young [Ed.] 2007a:45, 2007b).

**Tabla 4: Mirada a la biotecnología europea**

<i>Finanzas (millones de €)</i>	Sociedades Anónimas (SA)			Total de la industria		
	2006	2005	% cambio	2006	2005	% cambio
Retorno	9.150	7.993	14%	13.307	11.765	13%
Gasto en I&D	2.892	2.559	13%	5.695	5.259	8%
Pérdida neta	876	1.395	-37%	2.541	3.280	-23%
Capitalización bursátil	62.165	43.374	43%	-	-	-
<i>Industria</i>						
Número de firmas	156	122	28%	1.621	1.613	0%
Empleados	39.740	34.250	16%	75.810	68.440	11%

Fuente: Ernst & Young (2007a:45).

Las pérdidas de la industria en su conjunto cayeron en 23% y las de las sociedades anónimas en 37% en comparación al año anterior. Sin embargo, se debe notar las inusuales altas pérdidas del año 2005 (Ernst & Young 2006). La entrada a la bolsa, y en muchos casos un sobreviniente muy buen desarrollo de las empresas biotecnológicas europeas, ha podido aumentar el valor de éstas en 43 %. El número de empleados creció en 16% en el caso de las sociedades anónimas y 5% en el de las firmas privadas. En ese punto hay que tomar en cuenta la migración de trabajadores hacia firmas que cotizan en la bolsa.

En el ámbito del financiamiento, el sector biotecnológico en Europa recibió en 2006, con € 4,7 mil millones, 45% más capital que el año anterior. Comparable con el mercado estadounidense, el influjo de capital de riesgo alcanzó con € 1,5 mil millones un nuevo valor récord<sup>14</sup>. Ernst & Young (2007b), finalmente, remarcan que esa tendencia positiva del mercado europeo, que comenzó el 2005, ha sido ratificada de manera impresionante con un crecimiento de dos cifras además de un alto influjo de capital también en el año 2006.

## **1.4 Capacidades de I&D en la biotecnológica europea**

### **1.4.1 Centros de investigación biotecnológica en Europa: Una comparación internacional**

Este capítulo consiste en la caracterización de los centros de investigación biotecnológica en Europa. El objetivo es poder llegar a conclusiones sobre su desarrollo y rendimiento a través de una comparación internacional. La investigación de Senker [et al.] (2002) sirve como base para el conocimiento presentado en esta sección. Esta investigación, basada en la valoración de datos empíricos, abarca los siguientes países Europeos: Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, los Países Bajos (Holanda), Suecia, Suiza y Gran Bretaña (Reino Unido). Adicionalmente se presentan datos de los Estados Unidos de América<sup>15</sup>.

De esta manera, el análisis de los centros de investigación biotecnológica europeos y estadounidenses enfoca los siguientes puntos de interés:

---

<sup>14</sup> Ernst & Young (2007a:45-47).

<sup>15</sup> Se debe tener en cuenta que los centros de investigación estadounidenses incluidos en esta investigación no están entre los actores más importantes en ese área. Éstos pueden ser considerados más bien “seguidores” (second movers) o “actores emergentes” (emerging actors). Esto debe ser considerado en la comparación de los institutos.

- ✓ Características (Metas, especialización, edad, afiliación o pertenencia, tamaño, desarrollo y estructura de los empleados)
- ✓ Financiamiento
- ✓ Actividades (Publicaciones, entrenamiento, trabajo en redes, metas públicas, redes)
- ✓ Rendimiento (Resultados, eficiencia)

Las definiciones sobre biotecnología establecidas por la OECD orientan la presente investigación<sup>16</sup>. Mirando más de cerca, por lo que respecta a los centros europeos de investigación biotecnológica, es necesario tener en cuenta que su fundación frecuentemente se debe a estímulos externos, los que motivaron a institutos ya existentes a extender o reestructurar sus áreas de investigación. Peter (2004) ofrece un ejemplo de ello en la especialización biotecnológica de instituciones en el área del desarrollo orientado a la agricultura. Asumiendo que la investigación biotecnológica no siempre es el único campo de competencias de los centros, se plantea la posibilidad de una definición funcional.

Para la comprensión de la evaluación de los datos presentada a continuación, se debe considerar los siguientes criterios con respecto a un centro de investigación:

- (1) La biotecnología abarca por lo menos 50% de las actividades de I&D
- (2) Al menos la mitad del financiamiento proviene de fuentes públicas
- (3) Persigue metas específicas para el desarrollo de la biotecnología

En lo que toca a las metas específicas, se puede marcar las diferencias en base a las siguientes cuatro opciones:

- ✓ Proveer educación y entrenamiento
- ✓ Construir una base de conocimientos sobre biotecnología
- ✓ Ser un centro de excelencia en investigación
- ✓ Promover la comercialización y desarrollo económico en la industria

Esta investigación identifica 504 centros de investigación biotecnológica en los estados EU15 (más Suiza) y 210 en los EUA. En el marco del análisis de datos<sup>17</sup>, 194 de los centros

---

<sup>16</sup> OECD (2005).

<sup>17</sup> Sin contar casos que no cumplen con los criterios de definición ni cuestionarios no respondidos.

mencionados pudieron ser incluidos. Son 32 las unidades estadounidenses que quedaron en la base de datos para la comparación internacional.

**Tabla 5: Número de centros de investigación biotecnológica y participación en la muestra**

País	Número de centros indentificados	Respuesta al cuestionario	Número de centros que cumplen los criterios y su %
Finlandia	14	71%	9 (64%)
Irlanda	5	60%	3 (60%)
Grecia	7	57%	4 (57%)
Dinamarca	23	61%	13 (57%)
Portugal	20	70%	11 (55%)
Bélgica	27	67%	15 (52%)
Reino Unido	51	67%	24 (47%)
Países Bajos	27	63%	12 (44%)
Suecia	30	63%	12 (40%)
España	38	47%	14 (37%)
Austria	11	55%	4 (36%)
Suiza	21	48%	7 (33%)
Alemania	139	51%	44 (32%)
Francia	53	47%	16 (30%)
Italia	38	24%	6 (15%)
<i>Total UE</i>	<i>504</i>	<i>57%</i>	<i>194 (39%)</i>
EUA	210	25%	32 (15%)
<b>Total</b>	<b>714</b>	<b>45%</b>	<b>226 (32%)</b>

Fuente: Senker [et al.] (2002).

La siguiente tabla muestra que los centros de investigación no son los únicos responsables de la producción total de publicaciones biotecnológicas y que además no necesariamente están entre los principales actores en este campo<sup>18</sup>. El reducido número de publicaciones de los centros biotecnológicos estadounidenses se debe a que en la investigación tomaron parte solamente actores de segundo rango y a que en ella faltan instituciones establecidas. Senker [et al.] (2002) las subdividen en “importantes universidades que empezaron a investigar tarde” y “universidades recién llegadas que comienzan a investigar”. Esto se relaciona a que los actores mencionados no están detrás de todo el campo de investigación biotecnológica y, por lo tanto, las conclusiones de la comparación solo pueden ser relativamente representativas.

<sup>18</sup> Sin embargo, estos resultados deben ser tratados con precaución. Éstos podrían sub-representar las publicaciones de los centros, especialmente cuando los centros están formados por aglomeraciones de partes que pertenecen a otras organizaciones (ver Senker [et al.] (2002)).

**Tabla 6: Publicaciones de los centros de investigación en comparación con el total de cada país 1994-1999**

País	Publicaciones nacionales	Suma de publicaciones de los centros	Participación en la publicación nacional (%)
Austria	7.589	513	6,8
Bélgica	11.647	1.003	8,6
Dinamarca	9.007	329	3,7
Finlandia	8.402	957	11,4
Francia	58.490	2.421	4,1
Alemania	71.007	7.426	10,5
Grecia	3.365	264	7,8
Irlanda	2.429	113	4,7
Italia	34.021	1.017	3,0
Luxemburgo	118	-	0,0
Países Bajos	23.697	1.775	7,5
Portugal	2241	630	28,1
España	20.677	2.417	11,7
Suecia	19.415	154	0,8
Suiza	18.128	321	1,8
Reino Unido	76.830	5.880	7,7
Suma UE (sin Suiza)	348.935	24.899	7,1
<b>Suma UE (con Suiza)</b>	<b>367.063</b>	<b>25.220</b>	<b>6,9</b>
EUA	345.206	1.072	0,3
<b>Suma EU (con CH) + EUA</b>	<b>712.269</b>	<b>26.292</b>	<b>3,7</b>

Fuente: Senker [et al.] (2002).

La mayoría de los centros persigue simultáneamente muchas metas en el trabajo que realizan en el área de la investigación y desarrollo biotecnológicos. De todos los centros, 15 tienen una meta. Los demás se distribuyen como sigue: 73 centros con 4 metas, 84 centros con 3, y 48 centros con 2 metas.

**Tabla 7: Metas de los centros de investigación biotecnológica<sup>19</sup>**

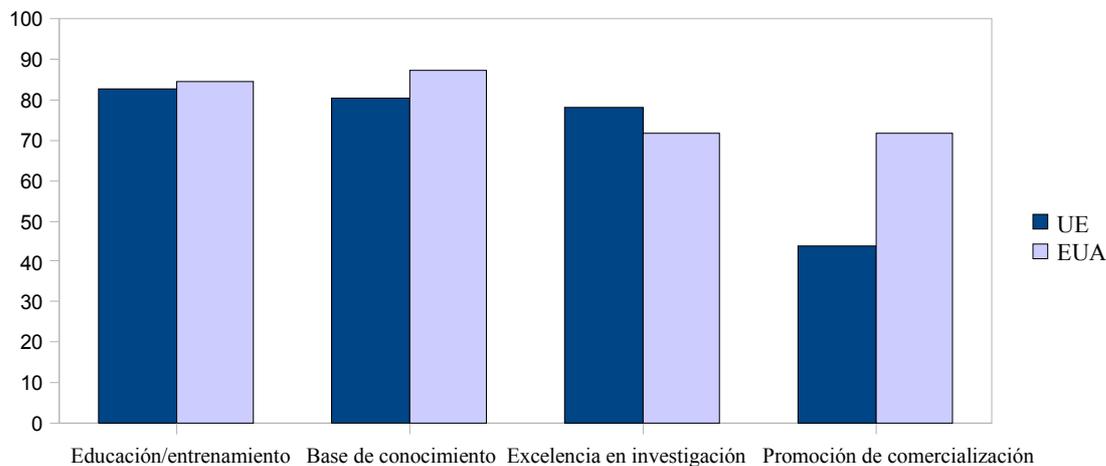
Misión	Centros UE	Centros EUA
Educación y entrenamiento	161	27
Base de conocimiento	156	28
Excelencia en investigación	152	23
Promover la comercialización	85	23
Total de centros	194	32

Fuente: Senker [et al.] (2002).

<sup>19</sup> Doble registro estadístico permitido.

La siguiente tabla permite una mirada más profunda a la situación mostrando la significación que tienen las diferentes metas en una comparación.

**Fig. 8: Metas de los centros de investigación en comparación internacional en %**



Fuente: Senker [et al.] (2002).

En lo que toca a la especialización de los centros de investigación, se nota claramente cómo la mayoría de los institutos tiene actividades en más de un área de investigación biotecnológica.

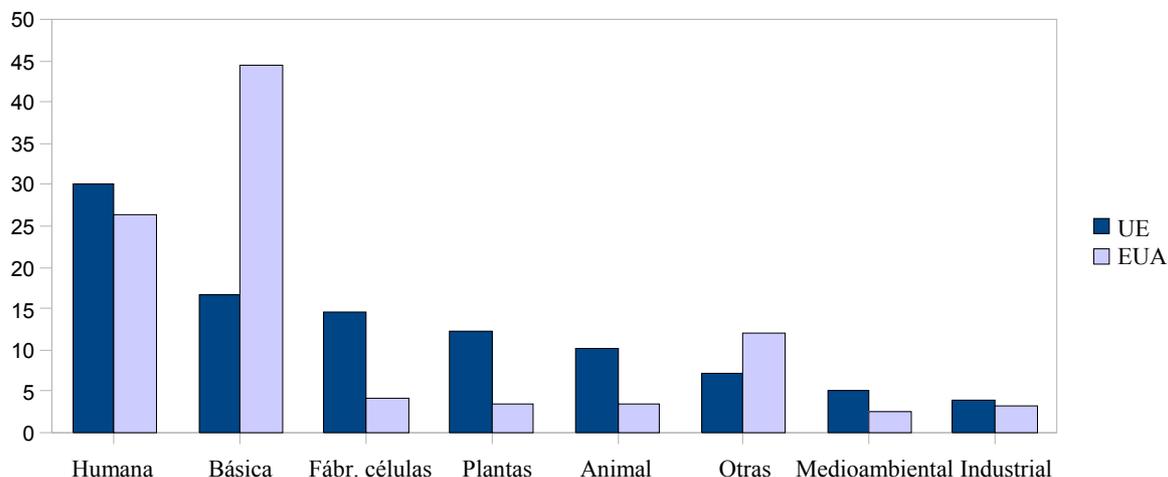
**Tabla 8: Número de áreas de investigación y centros biotecnológicos (UE y EUA)**

Número de áreas de enfoque	Número de centros
8	1
7	11
6	15
5	31
4	45
3	45
2	42
1	24
No hay información	12
<b>Total</b>	<b>226</b>

Fuente: Senker [et al.] (2002).

La importancia de cada área de investigación se refleja en el tamaño de los presupuestos, los cuales fueron observados para el efecto. En este contexto, se puede reconocer que los centros estadounidenses asignan gastos más grandes al área de “tecnología básica“, mientras que las áreas de “fábrica de células“, y de biotecnología de plantas, de animales y medioambiental reciben menos asignación en comparación con Europa.

**Fig. 9: Distribución del gasto y enfoque principal de investigación en porcentaje (presupuesto promedio 1998-1999) (n=188; 161 UE, 27 EUA)**



Fuente: Senker [et al.] (2002).

Para fundamentar mejor la afirmación respecto a que la mayoría de los centros de investigación tiene actividades en más de un área, se introducen para lo posterior los siguientes criterios de análisis de acuerdo a Senker [et al.] (2002):

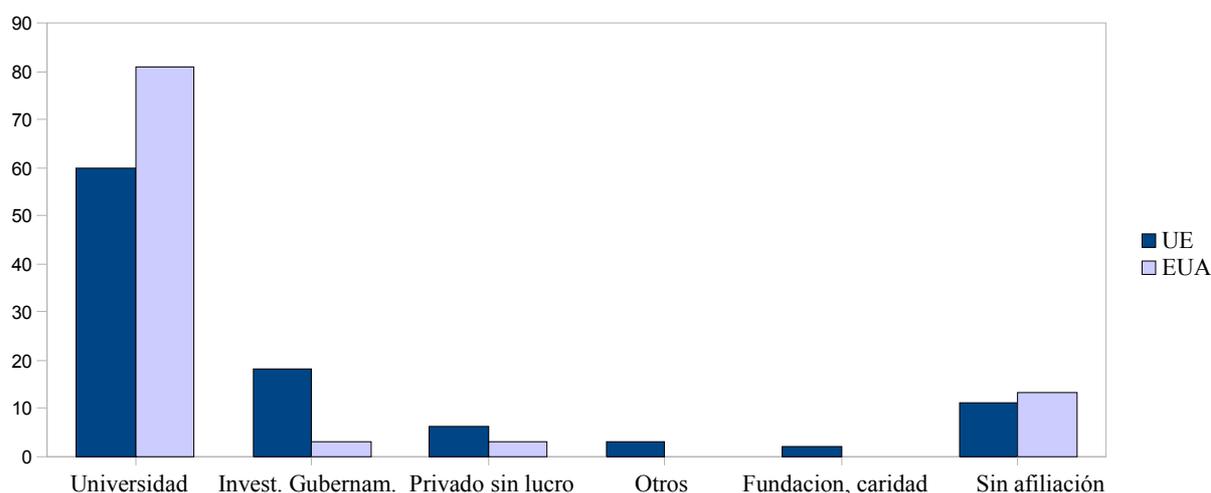
- a. Centros con más de 50% de su actividad en un área de enfoque fueron asignados a la categoría “área única de enfoque” (más del 80% de todos los centros considerados dentro de “área única de enfoque”).
- b. De los centros restantes, aquellos con 30% de su actividad enfocada en una sola área (y con menos de 30% de su actividad en muchas otras áreas) se asignaron también a la categoría “área única de enfoque”.
- c. Centros que tuvieron más del 30% de su actividad en varias áreas de enfoque fueron identificadas como “multi-focales”.

En consecuencia, 43% de los centros resultó tener más de un aspecto central de investigación. En Europa, los centros biotecnológicos de “área única de enfoque” dominan con el 59%. En este marco, el aspecto central de investigación está en el área de “biotecnología humana” con 32%, seguido por “biotecnología básica” con 29% y “biotecnología de plantas” con 24% (UE y EUA conjuntamente).

Cuando se da una mirada a la edad de los centros de investigación biotecnológica, resulta evidente que los institutos europeos se fundaron principalmente en los últimos 20 años. No obstante, 23% queda por encima de esa edad. En estos casos hay que suponer que los centros de investigación fueron basados en institutos más antiguos que recién después incursionaron en la investigación y desarrollo biotecnológicos.

En lo que atañe a la afiliación y pertenencia de los centros de investigación europeos a otras organizaciones, se hace visible un mayor espectro en los casos europeos en comparación con los centros estadounidenses.

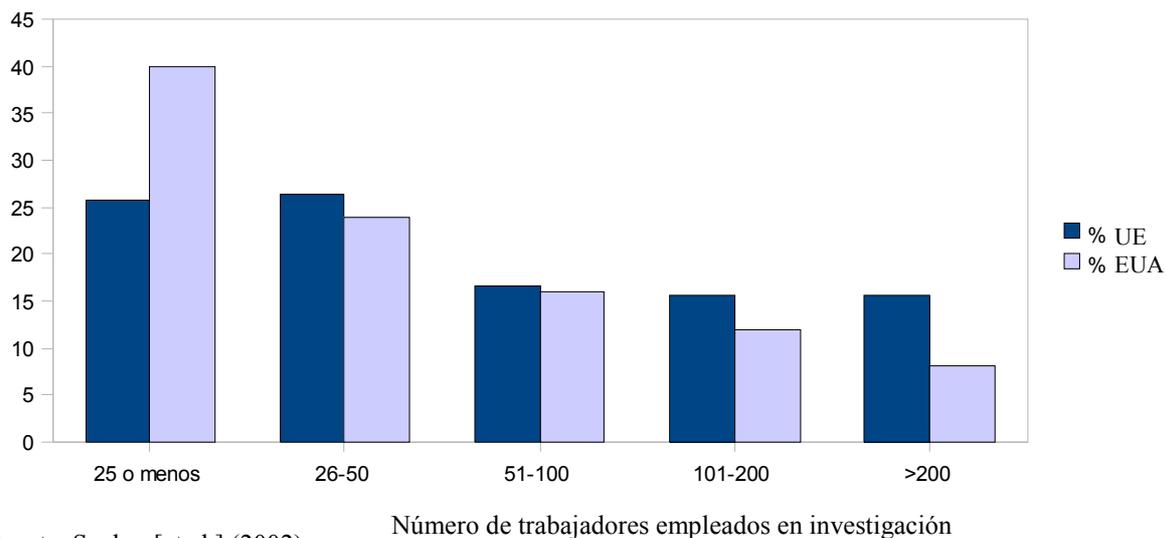
**Fig. 10: Centros de investigación biotecnológica y su afiliación a otras organizaciones en porcentaje (n=226; 194 UE, 32 EUA)**



Fuente: Senker [et al.] (2002).

El tamaño de los institutos de investigación se muestra en el número de trabajadores que emplean (en total). En promedio, en los centros europeos trabajan más empleados. La siguiente tabla ilustra la relación de tamaño entre los centros europeos y los estadounidenses.

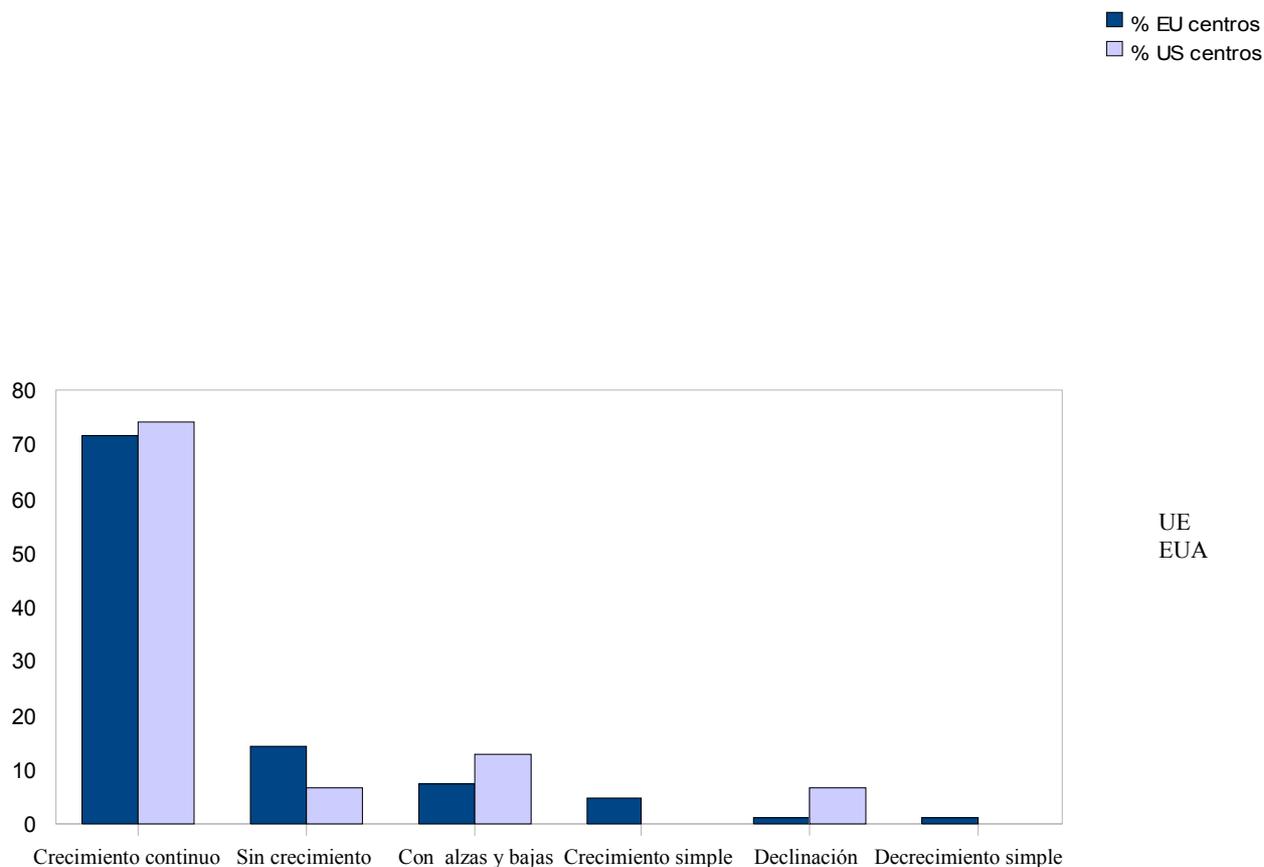
**Fig. 11: Tamaño de los centros de investigación según número de trabajadores empleados en porcentaje (n=211; 186 UE, 25 EUA)**



Fuente: Senker [et al.] (2002).

Si se observa el presupuesto promedio por trabajador en los centros con “área única de enfoque”, se hace evidente que los gastos más altos son realizados en las áreas de “biotecnología humana” y biotecnología animal, mientras los institutos cuyo aspecto central de investigación es la biotecnología básica o de plantas son los que contabilizan los presupuestos más pequeños. La siguiente gráfica da luces para responder la pregunta acerca de cómo juzgan los centros su propio desarrollo hasta ahora. Resultó claro que la opinión predominante está asociada al crecimiento continuo.

**Fig. 12: Centros de investigación biotecnológica en desarrollo en porcentaje**



Fuente: Senker [et al.] (2002).

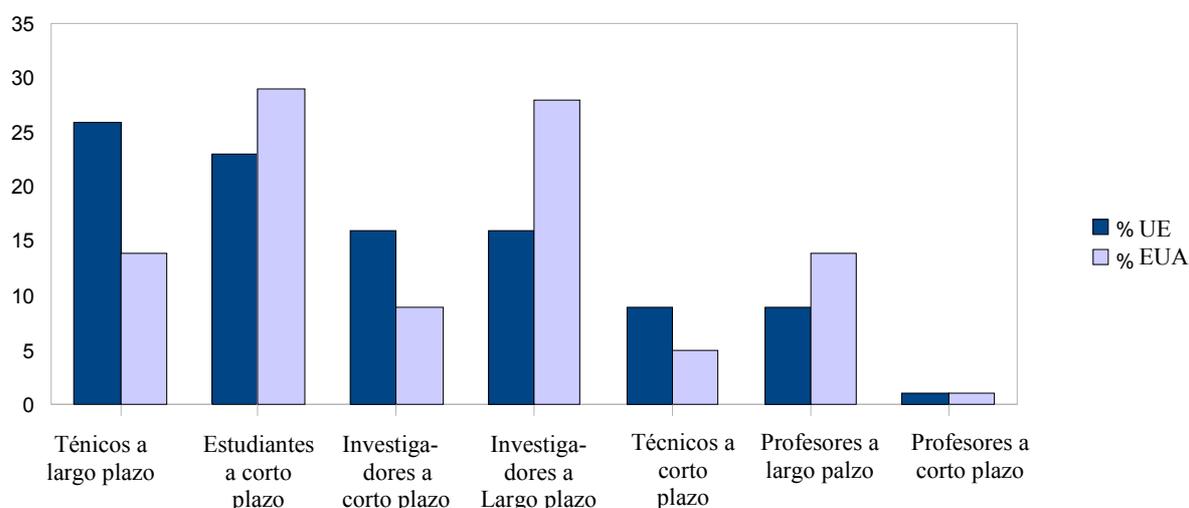
Con referencia a la propia estructura organizativa de los centros, las diferencias se hacen visibles a través de los institutos individuales o separados por un lado, y las estructuras cooperativas por el otro. A su vez, estas últimas se dividen en diferentes centros dentro de la misma ciudad, y aquellos que pueden estar fuera de ésta (centros virtuales). El resultado muestra que los institutos individuales o separados predominan tanto en Europa como en Estados Unidos y que la existencia de diferentes institutos en el mismo lugar es inusual. Por su parte, las estructuras cooperativas que logran cubrir espacios geográficos más grandes se encuentran solamente en la Unión Europea. Estos denominados “centros virtuales” se encuentran especialmente en Suecia e Italia.

En análisis de la estructura ocupacional para el periodo 1998-1999 constata un claro crecimiento del número de empleados, tanto para el personal a corto plazo como para trabajadores a largo plazo. En una comparación de las tasas de crecimiento, las cifras

estadounidenses se encuentran por encima de las europeas. En cuanto a la diferenciación entre personal a largo y corto plazo, los estadounidenses anotan una porción mayor de trabajadores a largo plazo.

La siguiente gráfica ilustra la composición de los empleados en los centros individuales o separados.

**Fig. 13: Estructura ocupacional de los centros de investigación (promedio de 1998 y 1999)**



Fuente: Senker [et al.] (2002).

En lo que se refiere a los presupuestos totales de los centros que fueron calculados, los institutos europeos de investigación van por delante de sus correspondientes estadounidenses. En cuanto a los institutos de “área única de enfoque”, la siguiente tabla muestra la alta importancia de la “biotecnología humana” y la biotecnología animal.

**Tabla 9: Especialización de los centros y relación presupuestaria**

Especialización en área única de enfoque	Presupuesto promedio 1998-1999 (Millones de Euros)
Humana	13,33
Animal	10,74
Fábrica de Células	7,08
Plantas	5,09
Básica	3,94
Medioambiental	2,34
Industrial	2,30
Otros	2,02

Fuente: Senker [et al.] (2002).

Si se mira las fuentes de financiamiento de manera individual, se hace evidente la gran importancia que la asignación directa del Estado tiene para el financiamiento indispensable de los centros. Aunque en menor medida, también tienen un rol los fondos públicos nacionales y supra-nacionales, el financiamiento a través de la industria y, por último, las fundaciones. Éstas apoyan generalmente proyectos de investigación individuales.

La tabla a continuación se encarga de mostrar la formación de doctorandos en los centros. A pesar de un número comparable de estudiantes de doctorado, los institutos europeos son dos veces más efectivos en lo que toca a la entrega de títulos de PhD.

**Tabla 10: Doctorandos y títulos de PhD (Promedio 1999)**

	<b>Estudiantes/ Centro</b>	<b>PhDs entregados/ Centro</b>	<b>Estudiantes/ staff de investigación</b>	<b>PhDs entregados/ staff de investigación</b>
<b>EU</b>	33,97	10,59	0,83	0,36
<b>EUA</b>	33,33	5,22	0,86	0,17
Número de centros: Estudiantes/centro 129 (114 UE, 15 EUA), PhDs entregados/centro 102 (93 UE, 9 EUA), Estudiantes/ staff de investigación 129 (15 EUA 114 UE), PhDs entregados/ staff de investigación 101 (9 EUA, 92 UE)				

Fuente: Senker [et al.] (2002).

Para completar lo inferido de los datos hasta el momento, es conveniente recurrir a la información del Índice de Citas Científicas (Science Citation Index). Los datos sobre publicaciones presentadas son una fuente para la determinación del rendimiento científico. El número de citas da una imagen de la significación del rendimiento científico de un instituto. Los datos correspondientes a ambos indicadores fueron analizados por centro para el periodo entre 1994 y 1999. A eso se añade el número total de publicaciones (sobre biotecnología) por país. La siguiente tabla describe esta situación<sup>20</sup>.

<sup>20</sup> Doble registro estadístico ocurre cuando autores de publicaciones se adjudican a diferentes países europeos y por lo tanto la publicación general europea no es representada con precisión en el banco de datos. Una descripción de la metodología aplicada para obtener los datos puede ser encontrada en Senker [et al.] (2002).

**Tabla 11: Publicaciones de los centros de investigación número de citas por país (1994-1999)**

	Nº de public. Biotecnología (sin auto-citas)	% totasl de public. biotecnología	Suma publics. Centros	Cuota en publics. nacionales	Suma citas por centro	Suma cecitas por centro (sin auto-citas)	CPP** (con auto-citas)	CPP (Sin auto-citas)
Total Publicaciones	<b>824816</b>	100						
Austria	7589	0.9	513	6.8	6295	5978	12.3	11.7
Bélgica	11647	1.4	1003	8.6	13746	13226	13.7	13.2
Dinamarca	9007	1.1	329	3.7	3645	3456	11.1	10.5
Finlandia	8402	1.0	957	11.4	12649	12173	13.2	12.7
Francia	58490	7.1	2421	4.1	33772	32442	13.9	13.4
Alemania	71007	8.6	7426	10.5	97426	93349	13.1	12.6
Grecia	3365	0.4	264	7.8	2884	2766	10.9	10.5
Irlanda	2429	0.3	113	4.7	834	787	7.4	7.0
Italia	34021	4.1	1017	3.0	15498	14951	15.2	14.7
Luxemburgo	118	0.0		0.0				
Países Bajos	23697	2.9	1775	7.5	20344	19411	11.5	10.9
Portugal	2241	0.3	630	28.1	3762	3489	6.0	5.5
España	20677	2.5	2417	11.7	22515	21069	9.3	8.7
Suecia	19415	2.4	154	0.8	928	877	6.0	5.7
Suiza	18128	2.2	321	1.8	3413	3221	10.6	10.0
Reino Unido	76830	9.3	5880	7.7	80849	77367	13.7	13.2
Suma UE (sin Suiza)	348935	42.3	24899	7.1	315147	301341	11.2*	10.7*
<b>Suma UE (Con Suiza)</b>	<b>367063</b>	<b>44.5</b>	25220	6.9	318560	304562	11.2*	10.7*
EUA	345206	41.9	1072	0.3	19999	19487	18.7	18.2
<b>Suma UE (con Suiza) + EUA</b>	<b>712269</b>	<b>86.4</b>	26292	3.7				
* valor promedio **CPP = citas por publicación								

Fuente: Senker [et al.] (2002).

En la última tabla se hace visible que Europa y EUA cuentan con una cantidad similar de publicaciones en el área biotecnológica. Ambas regiones son responsables de cerca al 42% de todas las publicaciones. Dentro de Europa, Gran Bretaña (9,3%), Alemania (8,6%) y Francia (7,1%) están entre los actores más importantes.

En el caso de Portugal, el aporte de los centros a toda la publicación en el área biotecnológica es especialmente alto, ascendiendo al 28,1 %. En Suecia, por el contrario, los institutos de investigación llegan a la muy pequeña cifra de 0,8 %. La contribución de los centros de investigación en el campo de las publicaciones orientadas a la biotecnología en las respectivas naciones es frecuentemente modesta, considerando los términos totales. Una posible aclaración para esto podría ser que los centros de investigación biotecnológica no están entre los principales actores innovadores en esta área de la ciencia; otros actores de mayor significación no están incluidos en este análisis. En cuanto al ejemplo de Suecia, se debe señalar que el país dispone de un alto número de centros virtuales, de manera que su escasa contribución es explicada por las condiciones metodológicas sobre las que se basa esta investigación<sup>21</sup>. En promedio, los centros europeos participan con un 7 % en las publicaciones del área biotecnológica.

El análisis de las citas bibliográficas puso en manifiesto las diferencias nacionales respecto a la importancia de los centros de investigación. A una publicación europea sobre biotecnología se le pueden atribuir 10,7 citas en promedio. Cuando se trata de los institutos estadounidenses se habla de una media de 18,2 citas. Esto demuestra la gran importancia de la actividad científica en los EUA. Entre los países europeos se ven, no obstante, diferencias más grandes. Los centros italianos y franceses están a la cabeza en la comparación, seguidos por Gran Bretaña, Bélgica y Alemania

El acopio de datos sobre “personal clave” de un centro constituye una otra posibilidad para caracterizar los centros de investigación. Se entiende por personal clave a aquella mano de obra científica que en el periodo de la investigación, entre 1994 y 1999, ha publicado más de 20 publicaciones. Los centros europeos poseen la mayor parte de “personal clave” con 45%, en comparación con los 22 % de los Estados Unidos de América. El extraordinariamente bajo valor de 0,34 de “personal clave” en los centros estadounidenses (Europa tiene 2,17)

---

<sup>21</sup> Senker [et al.] (2002).

demuestra la baja representatividad del sector estadounidense en la muestra de la investigación, según indica Senker [et al.] (2002).

El prestigio científico de un centro de investigación se deja ver en la participación del personal investigador en gremios científicos, actividad editorial, participación en conferencias, etc. La siguiente tabla muestra que los centros europeos poseen una mayor cantidad de gremios científicos y actividades editoriales y participan en más conferencias de la UE que el personal investigador de los centros estadounidenses. Los centros estadounidenses tienen una presencia más intensa en conferencias de los Estados Unidos, pero sin embargo participan menos en conferencias de la Unión Europea que el personal europeo en conferencias en Estados Unidos.

**Tabla 12: Actividades relacionadas al prestigio de los centros de investigación científica**

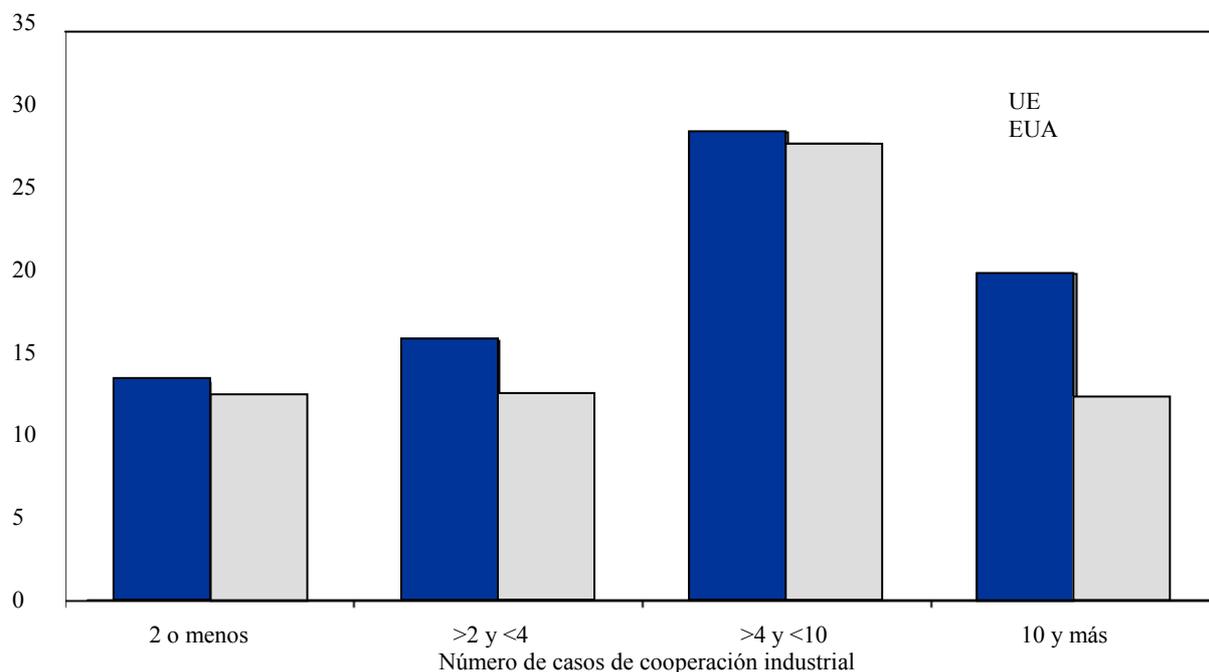
	<b>Promedio UE</b>	<b>Promedio EUA</b>
Miembro de un comité editorial/ staff de investigación	0,13	0,07
Miembro de un comité científico/ staff de investigación	0,25	0,12
Conferencias de la EU/ staff de investigación	0,68	0,22
Conferencias de los EUA/ staff de investigación	0,30	1,30

Fuente: Senker [et al.] (2002).

Las actividades de trabajo en red constituyen otra parte de la caracterización de los centros de investigación europeos y estadounidenses. Los datos de proyectos propios de los institutos que se llevan adelante con científicos externos muestran claramente que donde existen vínculos externos, tanto centros europeos como estadounidenses son más propensos a involucrarse en proyectos con otros investigadores *nacionales*. Los centros europeos son más propensos a involucrarse en proyectos con investigadores de la Unión Europea que los centros estadounidenses.

En el análisis de la cooperación entre los centros de investigación y la industria se puede reconocer que aunque los institutos estadounidenses ponen un fuerte acento en esta área dentro de sus metas fijadas, son más los centros europeos que cooperan con la industria, presentando además una cifra promedio mayor en cuanto a cooperación.

**Fig. 14: Porcentaje de centros de investigación según número de casos de cooperación con la industria (1998 und 1999)**



Fuente: Senker [et al.] (2002).

En lo que se refiere al número de nuevos emprendimientos (Spin-off's) a partir de los centros de investigación biotecnológica, los centros estadounidenses se ubican más adelante que sus similares europeos. Eso puede llevar a la conclusión de que las actividades de comercialización en Europa posiblemente hacen más énfasis en la cooperación con la industria, mientras en Estados Unidos son preferidos los nuevos emprendimientos. En adición, el 56 % de los centros estadounidenses, en comparación al 48 % de los europeos, dispone de un departamento para transferencia tecnológica.

Las siguientes tablas se encargan de mostrar el rendimiento de los centros de investigación en lo que atañe a sus actividades académicas, las orientadas a la industria, al prestigio, y también en cuanto al trabajo en red. Solamente el 2 % de los institutos de investigación alcanzan una cifra alta en cada una de las cuatro actividades. El 72 % muestra un alto rendimiento en por lo menos una de las áreas. El 28 % no llega a buenos resultados en ninguna de las cuatro actividades.

El análisis del rendimiento en dos actividades muestra una relación positiva entre buen rendimiento en lo académico y actividades de prestigio, así como entre alto rendimiento en las actividades académicas y de trabajo en red.

Si se observa aquellos centros con muy buen rendimiento en el área industrial y se revisa si existe un departamento de transferencia tecnológica, se revela que de 36 institutos 20 (55%) no poseen ningún departamento semejante.

**Tabla 13: Porcentaje de centros con buen rendimiento según actividad**

Índices de rendimiento de las actividades	Porcentaje del total de centros
Alto en cada uno de los cuatro índices	2
Alto en tres índices	15
Alto en dos índices	17
Alto en un índice	38
Alto en ningún índice	28

Fuente: Senker [et al.] (2002).

**Tabla 14: Porcentaje de centros con buen rendimiento en dos actividades**

	Alto rendimiento académico	Alto rendimiento en prestigio	Alto rendimiento industrial	Alto rendimiento en trabajo en red
También alto rendimiento académico	100%	52%	50%	56%
También alto rendimiento en prestigio	69%	100%	42%	53%
También alto rendimiento industrial	23%	14%	100%	23%
También alto rendimiento en trabajo en red	45%	32%	42%	100%

Fuente: Senker [et al.] (2002).

Los **centros con buen rendimiento en el campo académico** se mueven más en el área de la “biotecnología humana” y menos en la de biotecnología de plantas. Todos estos centros cuentan por lo general con 25 trabajadores o menos y pertenezcan al grupo de centros pequeños.

Los **centros con buen rendimiento en prestigio** tienen por lo general, como los arriba mencionados, 25 trabajadores o menos, aunque también se encuentran números entre 26 y 50. Estos centros no suelen estar en el orden mayor de entre 101 y 200 y de más de 200 trabajadores. Estos institutos, los que tienen alto rendimiento en cuanto a prestigio, están entre los pequeños centros de investigación.

Los **centros con buen rendimiento en el área industrial** se mueven más en el campo de las “fábricas de células” y fueron fundados entre 1981 y 1990, y en menor proporción entre 1991 y 2000. Como los dos anteriormente mencionados, estos también pertenecen generalmente a los pequeños centros con 25 o menos empleados.

Los **centros con buen rendimiento en el trabajo en red** pertenecen más bien al grupo de los institutos que tiene un área específica de investigación. La fecha de establecimiento de estos centros se encuentra entre 1991 y 2000. Al contrario de todos los anteriormente mencionados, estos centros son más grandes con respecto al número de trabajadores.

Para poder hacer afirmaciones sobre la eficiencia de los centros de investigación biotecnológica analizados, se examina la relación entre las entradas de recursos financieros y personal y la salida en términos de rendimiento, todo esto de acuerdo a las metas de los centros.

El análisis muestra que ningún centro tiene alto financiamiento para cada una de las cuatro metas posibles. El 21 % de los centros es especialmente eficiente en por lo menos una de las metas. Solamente 4 % muestra alta eficiencia en todas sus metas fijadas. La meta en que la mayoría de los centros (23%) tiene éxito, se refiere al establecimiento de centros de excelencia nacionales. Solamente 10 % pudo construir una base eficiente de conocimiento. En el área de entrenamiento y de comercialización sólo representan 7 %.

La eficiencia de los centros en el área de “**excelencia en investigación**” es significativamente influida por el enfoque de la investigación. Institutos con “área única de enfoque” se muestran aquí como más eficientes. A esto se debe añadir que el porcentaje de empleados a largo plazo tiene también una influencia significativa (aunque débil) en la eficiencia de los centros. Entre la clase de financiamiento o la edad del instituto de investigación y la eficiencia no se pudo encontrar relación alguna.

En lo que atañe a las metas, “**entrenamiento para la investigación**” influye también de manera significativa en la eficiencia (aunque aún más débilmente). Los centros con “área única de enfoque” son más eficientes. Entre la eficiencia de un centro y otras características tales como financiamiento, personal a largo plazo o edad del instituto, no se encontró ninguna relación. En cuanto a la meta “**promoción de la comercialización**”, no se reconoce ninguna

relación entre la eficiencia y los factores observados (financiamiento, personal a largo plazo, edad del instituto, enfoque de investigación y departamento de transferencia tecnológica).

En el área de producción de conocimientos, el enfoque de investigación vuelve a tener influencia significativa en la eficiencia de los centros (aunque débil). Institutos con “área única de enfoque” son nuevamente más eficientes. Entre la eficiencia de un centro y financiamiento, personal a largo plazo o edad del instituto no hay relación aparente.

## Resumen

La investigación identifica 504 centros de investigación biotecnológica en los países EU15 (incluida Suiza)<sup>22</sup>. Más de 75 % de los centros de investigación europeos y estadounidenses ha sido creado en los últimos 20 años. La mayoría pertenece a universidades y a universidades técnicas. En Europa, las combinaciones con otras instituciones de investigación juegan un cierto papel. En lo que atañe a la estructura, instituciones individuales o separadas representan el 56 % de los centros. Estructuras cooperativas o “centros virtuales” solo se encuentran en Europa, sin que esto signifique que no existen centros virtuales en los Estados Unidos de América. La mayoría de centros europeos y estadounidenses persiguen metas múltiples. Las diferencias están sobre todo en el campo de la aplicación de los resultados de las investigaciones en actividades comerciales. Al respecto, sólo la mitad de los centros europeos fomentan estas iniciativas, mientras un tercio de los centros estadounidenses lo hace (Peter 2004).

En lo que toca al tamaño promedio de los centros de investigación (número de empleados y tamaño del presupuesto), las instituciones europeas van por delante de las estadounidenses. Los últimos se destacan, no obstante, por sus estructuras de personal a largo plazo, mientras en los centros de investigación europeos son más frecuentes las contrataciones a corto plazo. El número promedio de “personal clave”<sup>23</sup> por centro en Europa es mayor que el correspondiente en los Estados Unidos.

Aunque los centros mantienen actividades en diferentes sectores de la biotecnología, el enfoque en sólo un área específica de investigación es predominante. En los Estados Unidos

---

<sup>22</sup> En el marco del análisis de datos se pudo incluir en la muestra 194 centros. Para la comparación internacional quedaron 32 unidades estadounidenses en la base de datos

<sup>23</sup> Empleados con más de 20 publicaciones en el periodo comprendido entre 1994 y 1999.

de América 50% de los gastos en investigación están destinados al área de investigación básica. Los centros europeos se concentran en “biotecnología humana” con 30%, seguidos por investigación básica (17%), “fábrica de células” (15%), biotecnología de plantas (12%) y biotecnología animal con 10 %. El número de doctorandos es similar.

Cerca de 70% de los centros mostró un crecimiento continuo al revisar su historia. Los centros europeos son los responsables de 7,1% del total de publicaciones en el campo de la biotecnología (1994 a 1999), mientras los centros estadounidenses alcanzan un porcentaje de 0,3. Aunque la cooperación de los centros europeos con la industria es en promedio más fuerte, el número de nuevos emprendimientos (Spin-off's) en los Estados Unidos supera al de los centros europeos<sup>24</sup>.

El análisis del rendimiento académico e industrial, así como prestigio científico y desempeño en cuanto al trabajo en red, conduce a las siguientes conclusiones. 72% de los centros alcanzan un alto rendimiento en al menos una de las mencionadas áreas. Solamente 2% muestra muy alto rendimiento en cada una de las cuatro áreas. Respecto a la edad de los centros de investigación, los principales centros orientados a la industria tienen entre 12 y 20 años de edad. En lo que toca al trabajo en red, dominan los institutos más jóvenes y los institutos tienden a ser más grandes. Los centros con mayor rendimiento en las áreas académica e industrial, como también en prestigio, tienen 25 trabajadores o menos. Los centros con mayor rendimiento académico se han especializado sobre todo en “biotecnología humana”, mientras que los principales centros orientados a la industria se especializaron en “fábrica de células”. De estos últimos, 45 % dispone de un departamento especializado en transferencia tecnológica (Senker [et al.] 2002).

Para la determinación de la eficiencia de los centros de investigación, se examinó las relaciones entre las entradas de recursos (presupuesto y personal para investigación) y salidas o rendimiento (doctorandos y publicaciones), tomando como fondo las cuatro categorías de metas de los centros (excelencia en investigación, transferencia de conocimientos, promoción de la comercialización y producción de conocimientos). 20 % del total de centros muestra eficiencia en por lo menos una de las metas, lo que supone que 80 % son ineficientes.

---

<sup>24</sup> El rendimiento total menor de los centros de investigación biotecnológica estadounidense se explica por las condiciones metodológicas y la ausencia de actores establecidos en la muestra empleada para esta investigación Senker [et al.] (2002).

Solamente 4% es eficiente en todas las metas que se plantearon. Se ha podido afirmar además, que la eficiencia se encuentra sobre todo en los centros que enfocan la investigación solamente en un área. Esto adquiere significado especialmente para la excelencia en investigación. Esta relación también se encuentra en la transferencia y producción de conocimientos, aunque con menor intensidad. El porcentaje de empleados a largo plazo dentro del potencial total de empleo ejerce también una tenue pero significativa influencia en la eficiencia del centro en el área de excelencia en investigación. Ninguna de las siguientes características está relacionada con excelencia industrial: relación del financiamiento, porcentaje de empleados a largo plazo en el total de empleados, enfoque de investigación, edad y existencia de un departamento de transferencia tecnológica.

#### **1.4.2 Recursos humanos en la biotecnología en Europa**

Un prerrequisito importante para el desarrollo de la investigación biotecnológica y aplicación industrial es el personal bien entrenado y altamente cualificado. Para medir este efecto, el número de graduados de doctorado (PhD) se usó como una aproximación<sup>25</sup>. Dentro de los países europeos, Gran Bretaña y Francia tienen la mayoría de los graduados en el campo de Ciencias de la Vida en 2002, seguidos por Italia y Alemania.

---

<sup>25</sup> Los datos respectivos están disponibles solo para ciencias de la vida en su conjunto, sobreestimando los efectos para la biotecnología.

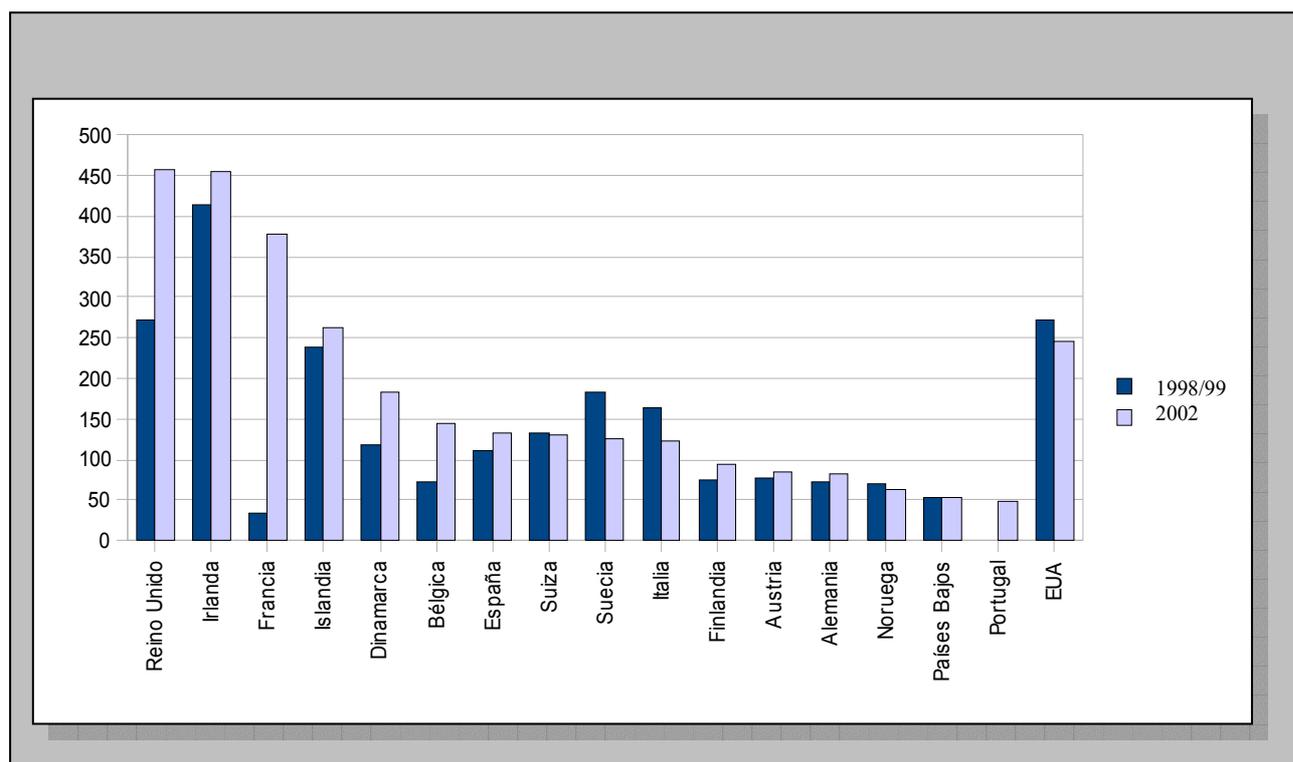
**Tabla 15: Número de graduados en el área de Ciencias de la Vida**

	<b>1998 / 1999</b>	<b>2002</b>
UE17	46.859 (1999)	81.316
EUA	75.253 (1998)	70.950
Bélgica	733 (1998)	1.499
Dinamarca	627	984
Finlandia	389	483
Francia	2.031	22.343
Alemania	5.977	6.740
Italia	9.306	6.987
Noruega	305 (1998)	285
España	4.439	5.389
Suecia	1.614 (1998)	1.127
Suiza	934	947
Reino Unido	1.6015(1998)	26.991
Países Bajos	839	876

Fuente: Enzing [et al.] (2007b).

Comparando diferentes periodos de tiempo, en algunos países (Francia, Reino Unido, Bélgica y Dinamarca) se puede observar notables incrementos en los indicadores de recursos humanos. En el caso de Francia, las enormes diferencias entre los dos periodos puede también deberse a los diferentes lineamientos estadísticos y por lo tanto deben considerarse con cuidado. En otros países como Suecia e Italia, se puede notar una disminución en la producción de graduados de doctorado (PhD).

La siguiente gráfica muestra el número de graduados de programas de doctorado (PhD) en relación al tamaño de las respectivas naciones Europeas (pMC - por millón de habitantes). Gran Bretaña, Irlanda, y Francia están entre los países con las tasas más altas de graduados. Finlandia, Alemania Noruega y los Países Bajos van por debajo del promedio europeo.

**Fig. 15: Número de graduados en el área de Ciencias de la Vida (pMC)**

Fuente: Enzing [et al.] (2007a).

### 1.4.3 Publicaciones y patentes en la biotecnológica en Europa

El número de publicaciones en el campo de la biotecnología es un factor fundamental para caracterizar la importancia de esta rama de investigación y aplicación industrial. Ante todo, Gran Bretaña, Alemania y Francia están en la lista de naciones líderes en esta área.

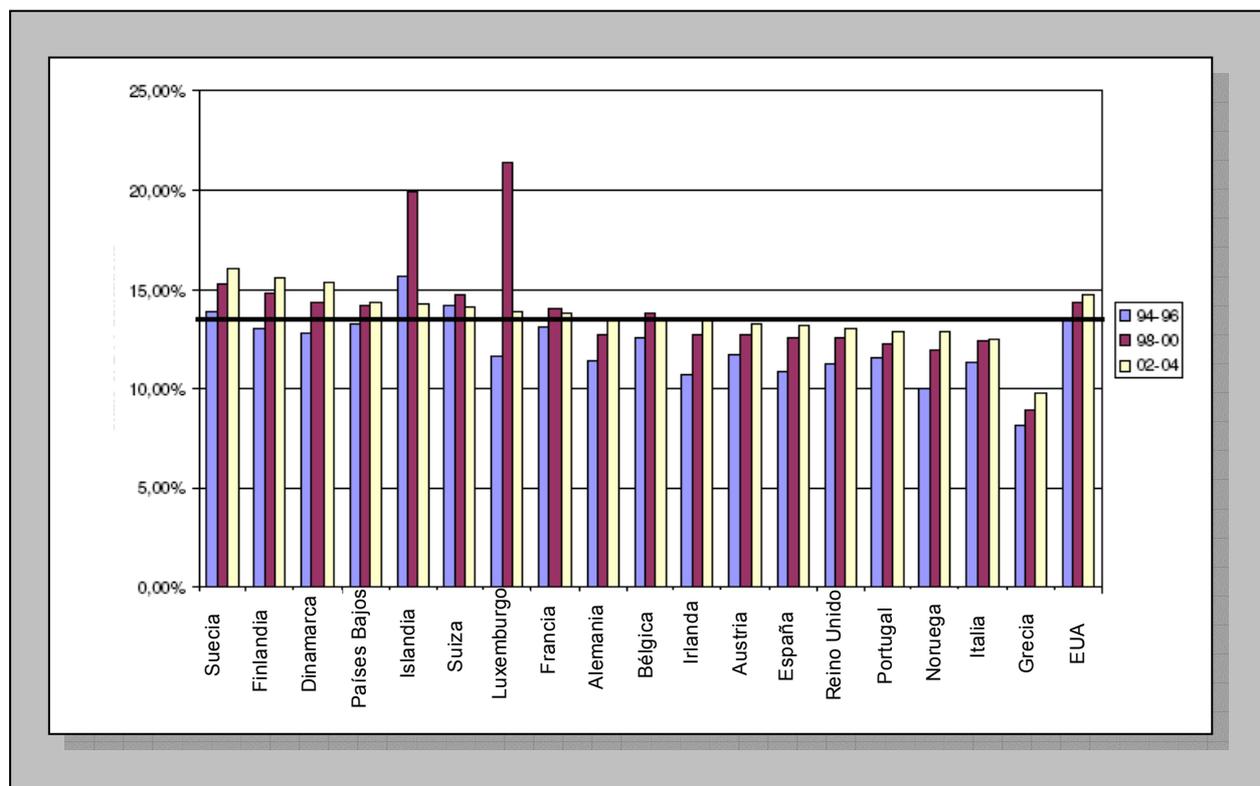
**Tabla 16: Número de publicaciones en el campo de la biotecnología**

	1994-1996	1998-2000	2002-2004
UE25	97.521	128.716	145.646
EUA	119.802	135.508	154.402
Bélgica	3.542	4.775	5.468
Dinamarca	2.760	3.748	4.463
Finlandia	2.464	3.512	4.094
Francia	18.478	22.973	23.531
Alemania	20.688	29.174	33.276
Italia	10.030	13.678	16.295
Noreuga	1.322	1.868	2.301
España	5.872	9.283	11.964
Suecia	5.918	7.603	8.656
Suiza	5.522	7.013	7.582
Reino Unido	24.836	31.849	34.297
Países Bajos	7.488	9.226	10.610

Fuente: Enzing [et al.] (2007b).

Para medir la significación de la biotecnología, el siguiente gráfico muestra la cuota de las publicaciones sobre biotecnología dentro de todas las publicaciones de un país. Los resultados presentados más adelante indican que la cuota de publicaciones sobre biotecnología entre todas las publicaciones es más bien similar en todos los países europeos en el periodo más reciente, variando en un rango entre 10 y 15%. El promedio europeo entre 2002 y 2004 está alrededor del 13%. Obviamente, el enfoque menor en biotecnología, al ser medida como resultado científico, es similar en todos los países europeos. En casi todos los países se observa la creciente significación de la biotecnología entre 1994 y 2004.

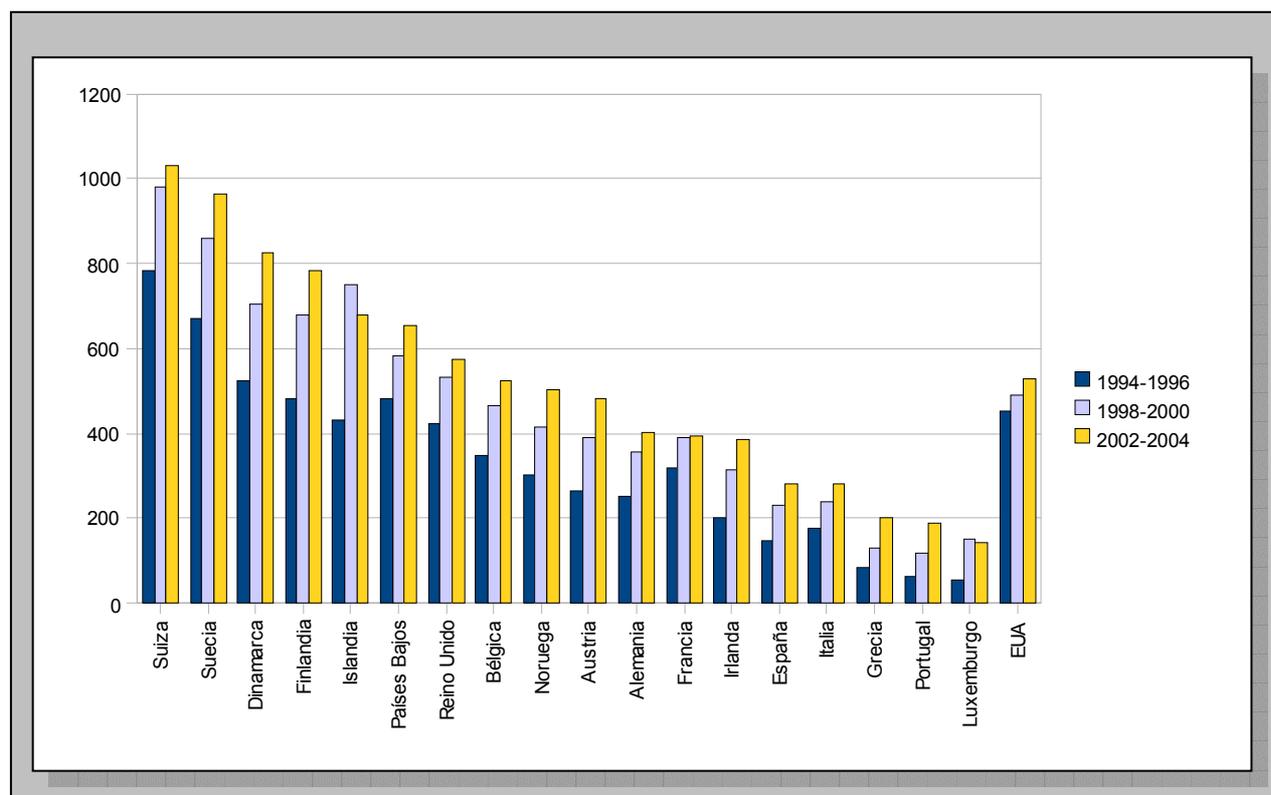
**Fig. 16: Cuota de publicaciones en el área biotecnológica en relación al número total de publicaciones**



Fuente: Enzing [et al.] (2007a).

La biotecnología parece ganar más importancia en pequeños países de alto desempeño como Suecia, Finlandia o Dinamarca. En la mayoría de las naciones sureñas, la importancia de la biotecnología está por debajo del promedio europeo. En algunos países como Islandia, Suiza, Luxemburgo, Francia y Bélgica se observa una leve disminución de la importancia de la biotecnología. Los efectos más bien fuertes observados en Luxemburgo e Islandia pueden deberse a los bajos valores absolutos.

La siguiente figura presenta el número de publicaciones en el área de biotecnología en relación al tamaño del país (pMC).

**Fig. 17: Número de publicaciones en el area de biotecnología (pMC)**

Fuente: Enzing [et al.] (2007a).

Las naciones del norte europeo y Suiza quedan arriba en la comparación. La misma situación se observa en las altas tasas de crecimiento de publicaciones científicas sobre biotecnología. Dentro de los países europeos grandes, Gran Bretaña es el que mejor se desenvuelve con una producción científica relativa por encima del promedio europeo en el periodo más reciente. Francia y Alemania están por debajo de este promedio.

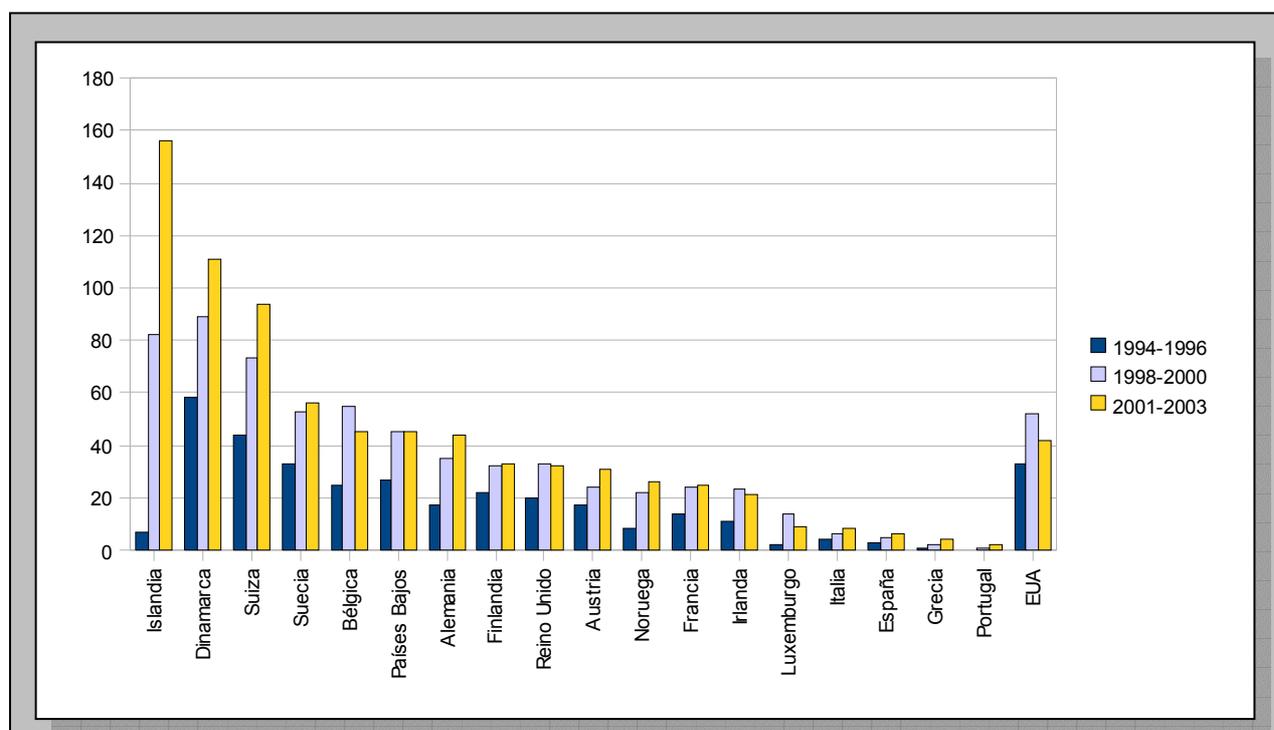
Con el objeto de presentar más datos sobre la caracterización de la biotecnología europea, la situación de aplicación de patentes debe ser tomada en cuenta. Este aspecto también muestra información relacionada al grado de desarrollo tecnológico e interés comercial. La siguiente tabla permite reconocer la posición de liderazgo de las naciones grandes como Alemania, Gran Bretaña y Francia.

**Tabla 17: Aplicaciones de patentes en el area de la biotecnología**

	1994-1996	1998-2000	2001-2003
UE25	4.924	8.921	10.119
EUA	8.590	14.396	12.348
Bélgica	252	562	464
Dinamarca	306	474	599
Finlandia	112	163	171
Francia	813	1.417	1.512
Alemania	1.355	2.870	3.643
Italia	254	366	464
Noruega	36	97	118
España	100	195	265
Suecia	295	470	501
Suiza	312	526	685
Reino Unido	1.164	1.986	1.883
Países Bajos	425	720	722

Fuente: Enzing [et al.] (2007b).

Considerando el tamaño de las respectivas naciones para la presentación de los datos sobre aplicaciones de patentes, la siguiente gráfica ilustra el panorama.

**Fig. 18: Aplicaciones de patentes en el área de la biotecnología (pMC)**

Fuente: Enzing [et al.] (2007a).

Entre las naciones que lideran de acuerdo a la medida por millones de habitantes (pMC) se encuentran Islandia, Dinamarca y Suiza. Las últimas posiciones están ocupadas por las naciones sureñas de Europa y Luxemburgo. La mayoría de los países muestra un desarrollo emergente a lo largo del periodo entre 1994 y 2003. Las tasas de crecimiento más fuertes las ostentan Islandia, Dinamarca y Suiza. También Alemania fue capaz de ponerse a tono, mientras Bélgica y los Países Bajos perdieron terreno hacia el periodo más reciente.

#### 1.4.4 Apoyo financiero para la biotecnología en Europa

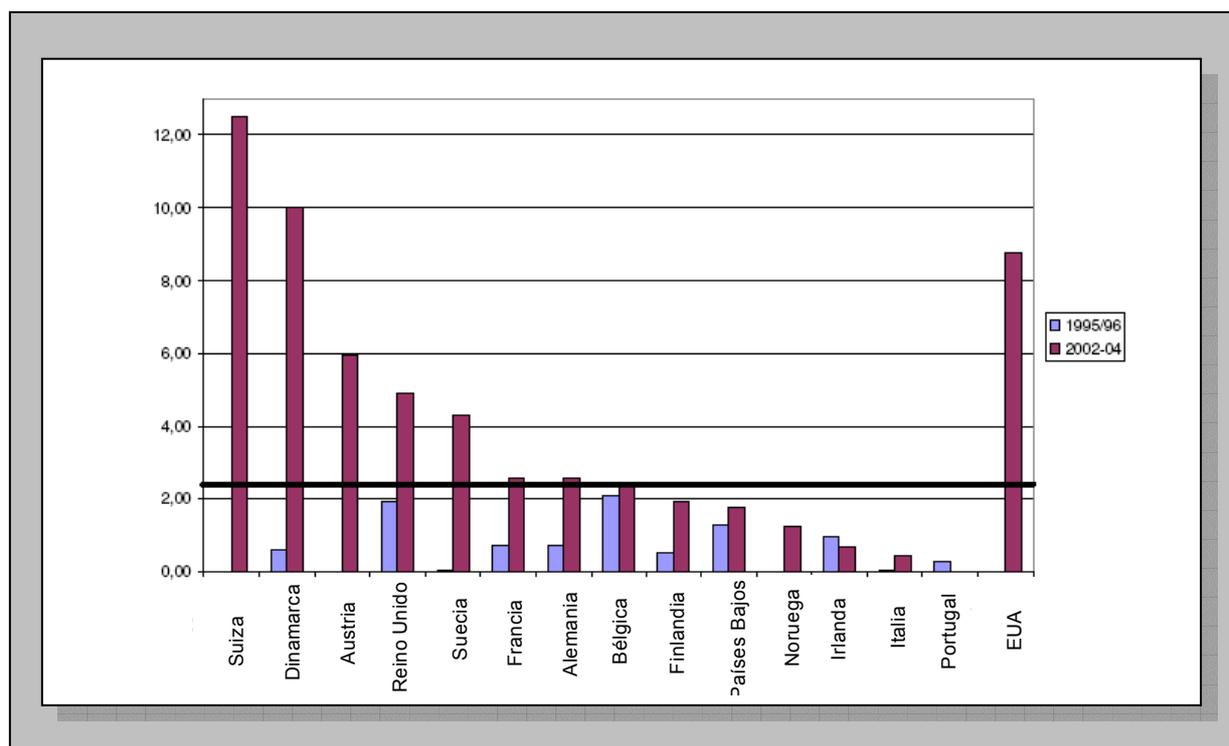
Un factor importante para el desarrollo de la industria biotecnológica es el apoyo financiero del sector privado y público. En este aspecto, el capital de riesgo juega un rol de mucha importancia. La siguiente tabla presenta el panorama de inversiones de capital de riesgo del 2002 al 2004.

**Tabla 18: Inversión de capital de riesgo en biotecnología dentro de los países europeos (en millones de Euros)**

	2002	2003	2004
Europa	1.100	920	2.800
UE Disponible	890	883	1.111
EUA	2.288	2.498	2.855
Bélgica	25	12	39
Dinamarca	60	46	56
Finlandia	10	0	0
Francia	200	93	167
Alemania	180	222	233
Italia	35	18	22
Noruega	10	4	3
España	---	---	---
Suecia	35	46	33
Suiza	60	93	122
Reino unido	245	263	367
Países Bajos	30	38	17

Fuente: Enzing [et al.] (2007b).

En lo que toca al tamaño de países europeos, se observa los siguientes datos de inversiones de capital de riesgo en biotecnología.

**Fig. 19: Inversiones de capital de riesgo en biotecnología (en Euros, pC)**

Fuente: Enzing [et al.] (2007a).

Los datos revelan un flujo creciente de capital de riesgo en casi todos los países, considerando el periodo desde mediados de los noventa. Los países más pequeños, Suiza, Dinamarca, Austria y adicionalmente el Reino Unido y Suecia atrajeron el flujo de capital de riesgo más alto entre 2002 y 2004. Francia, Alemania, Bélgica y Finlandia han tenido una actuación de nivel medio. Por supuesto, todas las naciones del Mediterraneo (haciendo conclusiones hasta donde los datos disponibles lo permiten) no fueron lugares atractivos para inversiones de capital de riesgo en los periodos considerados. En algunos países se observa un crecimiento considerable en inversiones de capital de riesgo, empezando desde un nivel bajo (Dinamarca, Suecia, Francia y Alemania).

El financiamiento público de la biotecnología en los países de la UE15+3, visto individualmente, muestra que las naciones más grandes también están entre los financiadores más grandes: Alemania, Francia, Gran Bretaña, España e Italia. Sin embargo hay una diferencia más bien grande entre los gastos de estas naciones; Alemania tiene el presupuesto más grande entre el 2002 y 2005, y Francia le siguió con 40% menos de fondos públicos para biotecnología. Los presupuestos más bajos fueron los de las naciones nórdicas, Grecia, Portugal y Suiza.

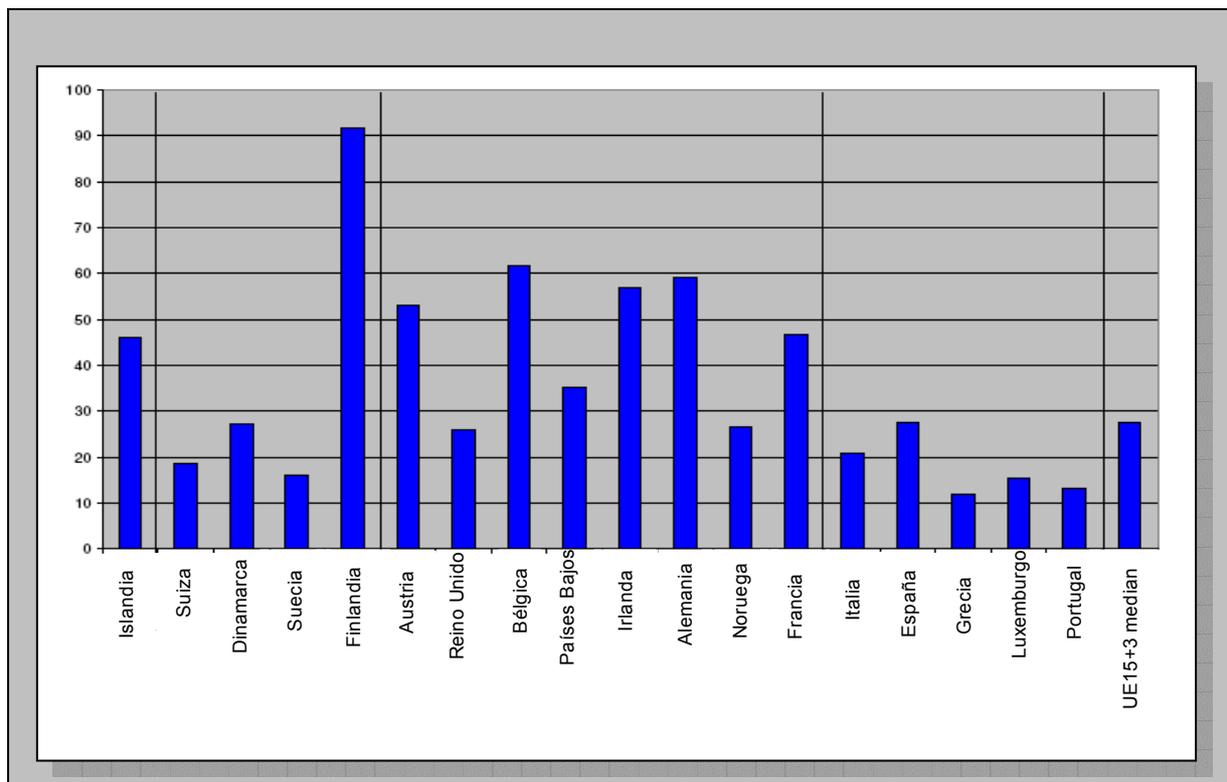
**Tabla 19: Financiamiento público 2002-2005 (en millones de Euros)**

	<b>2002 - 2005</b>
UE 15+3	13.431
Bélgica	562
Dinamarca	166
Finlandia	461
Francia	2.543
Alemania	4.575
Italia	1.014
Noruega	141
España	875
Suecia	146
Suiza	156
Reino Unido	1.444
Países Bajos	522

Fuente: Enzing [et al.] (2007a).

Si los números son relacionados al tamaño de la población, un cuadro diferente se presenta; Finlandia es el líder. Pequeños países como Austria, Bélgica e Irlanda gastan por cada millón de personas tanto como Alemaia y Francia, los más grandes financiadores públicos. Las otras grandes naciones, el Reino Unido, Italia y España, pero también los Países Bajos, Dinamarca, Islandia y Noruega estuvieron cerca del promedio de la UE 15+3.

**Fig. 20: Financiamiento público y biotecnología 2002-2005 (en \$PPA - Paridad del poder adquisitivo en Dólares Americanos, pMC)**



Fuente: Enzing [et al.] (2007a).

En Europa, las estructuras regionales también otorgan fondos para biotecnología. En Bélgica, los gobiernos regionales fueron responsables de la mayor cuota de fondos públicos para el sector: ésta llegó a casi 85%. Sin embargo, Bélgica es una excepción. En Austria, España, Alemania y el Reino Unido, la cuota de gasto de los gobiernos regionales estuvo entre 10 y 15%. En Italia, Francia y Suiza, la cuota regional fue menor al 5%.

## 1.5 Comparación de la industria biotecnológica en la UE y los EUA

Dentro de las empresas biotecnológicas privadas que no cotizan en bolsa, la cantidad media de empleados en el ámbito europeo ronda los 12 trabajadores, mientras que en los EUA corresponde a 28. La menor edad de las firmas es reconocida como una causa para ello; en Europa la edad se acerca a los 10 años y en EUA a los 12. Adicionalmente, la oferta total más débil por parte de los inversionistas de capital de riesgo juega un rol. Dinamarca, Alemania, Francia y Gran Bratania alcanzan los números más altos de trabajadores (entre 10.000 y

20.000). Sin embargo, el empleo de diferentes definiciones de empresas biotecnológicas dificulta las comparaciones<sup>26</sup>.

En las Encuestas-OECD, los empleados en el área de investigación y desarrollo biotecnológico alcanzaban 9.644 en Gran Bretaña y 8.024 en Alemania, los que se podían comparar con las 73.520 personas que trabajan en este sector específico en los Estados Unidos. Sin embargo, dado que las grandes empresas farmacéuticas y químicas han sido excluidas de la definición de empresas biotecnológicas, las cifras arriba mencionadas no pueden ser simplemente comparadas. Para compensar aquello, en el estudio de la OECD se desarrolló una definición de las actividades biotecnológicas que abarca más, arrojando las cifras de 24.131 y 22.405 trabajadores para la biotecnología alemana y británica respectivamente. En comparación, en Estados Unidos fueron 172.391 personas (2003-2004) (Comisión Europea 2007a:4).

En lo que atañe al número de empresas, Dinamarca, Francia, Alemania, los Países Bajos, Suecia y Gran Bretaña están a la cabeza de los países miembros europeos. Desde mediados de los años 90 el sector mostró un marcado crecimiento y dobló el número de las firmas activas en la biotecnología. Después de 2001 comenzó una creciente consolidación; en 2004 la UE contaba con 1.605 firmas de biotecnología. En comparación, en EUA habían 1.444 empresas<sup>27</sup>. No obstante, en Europa las empresas son en su mayoría más pequeñas (Comisión Europea 2007a:5).

El acceso a suficiente capital presenta un problema en Europa. Esto afecta principalmente a las empresas pequeñas y medianas. La fragmentación del mercado financiero y el escaso desarrollo del mercado de capitales de riesgo están entre las principales causas. Las dificultades relacionadas al financiamiento se presentan en la fase arranque (fase *Start-Up*; “*pre-seed* y *seed capital*”) como también durante la fase de crecimiento de 3 a 8 años (capital de riesgo y empezar a cotizar en bolsa). Las empresas biotecnológicas en Europa crecen significativamente más lentamente que sus similares norteamericanas. En cada grupo etario, estas empresas van por delante de las firmas europeas.

Hasta el momento, para nuevos emprendimientos en el entorno biotecnológico es difícil conseguir el correspondiente capital de arranque para poder demostrar la aplicabilidad

---

<sup>26</sup> EuropaBio [et al.] [Ed.] (2006).

<sup>27</sup> Enzing [et al.] (2007a).

industrial del concepto. Sin argumentos convincentes, el acceso al capital de riesgo queda así cerrado. Además, el volumen del capital de arranque es frecuentemente muy reducido para impulsar el desarrollo de la empresa y limita las posibilidades de un trabajo adecuado de investigación y desarrollo<sup>28</sup>.

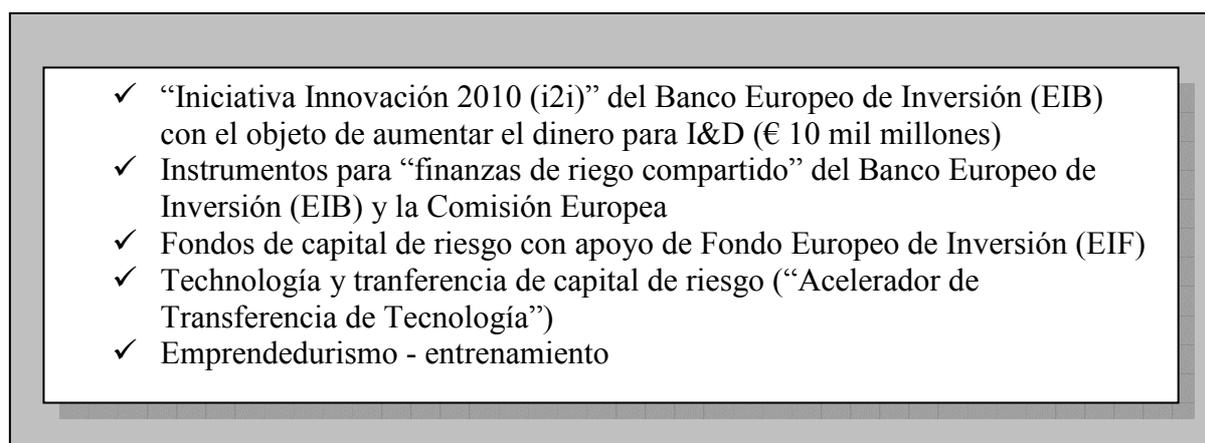
Una estrecha cooperación de los sectores privado y público con el objeto de lograr incentivos para fondos de apoyo, podría prometer un remedio en este contexto. El fomento a servicios en el marco de incubadoras o “*Seed funds*” son considerados como algo necesario para facilitar la creación de nuevas empresas en la rama biotecnológica. Continuar el desarrollo del concepto de las incubadoras podría tener también marcada importancia; aparte del apoyo tradicional, el concepto incluye análisis técnico y clínico, como también investigación de mercados y adquisición de capital. Ejemplos de los “aceleradores de negocios” estadounidenses muestran cómo se puede minimizar riesgos y fomentar el desarrollo de empresas jóvenes de esta manera (Comisión Europea [Ed.] (2007a:18).

También en la fase de crecimiento entre 3 y 9 años, las empresas biotecnológicas requieren posibilidades adecuadas de financiamiento. A menudo aparecen en este periodo problemas que resultan de estadios clínicos de desarrollo intensivos en costos y de exigencias específicas de marketing. En consecuencia, muchas veces las empresas no están en condiciones de adquirir suficiente capital para realizar el desarrollo del producto por cuenta propia y se ven obligadas a conferir derechos de uso a firmas más grandes, a asociarse con ellas, o bien a cambiar su emplazamiento hacia un entorno financieramente más amigable (Comisión Europea [Ed.] (2007a:19).

Entre las medidas de las instituciones de la Unión Europea para el aseguramiento y desarrollo del emplazamiento europeo de empresas biotecnológicas, están las siguientes:

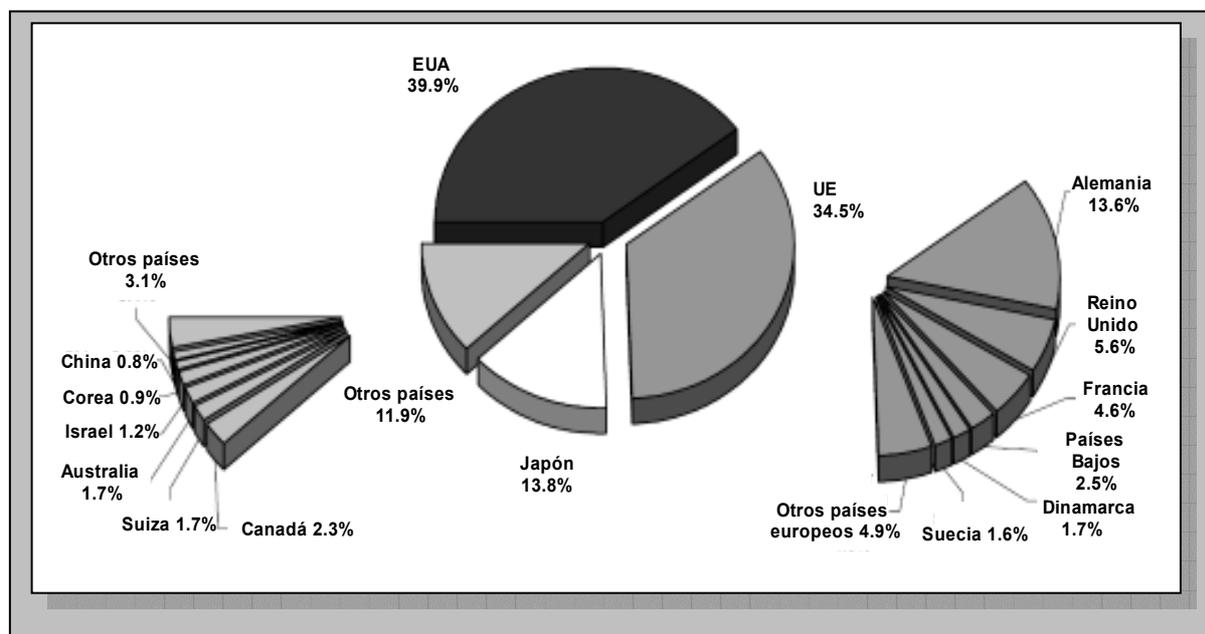
---

<sup>28</sup> Comisión Europea (2005a).

**Fig. 21: Plan europeo para el apoyo a empresas biotecnológicas**

Fuente: Comisión Europea [Ed.] (2007a:19).

Para profundizar el conocimiento sobre la biotecnología en Europa, una mirada al registro de patentes en la Oficina Europea de Patentes (EPO) puede ser útil. Mediante la siguiente gráfica se muestra claramente que 34,5% de las solicitudes vienen de los países de la UE. En comparación, la parte de los EUA alcanza 39,9%.

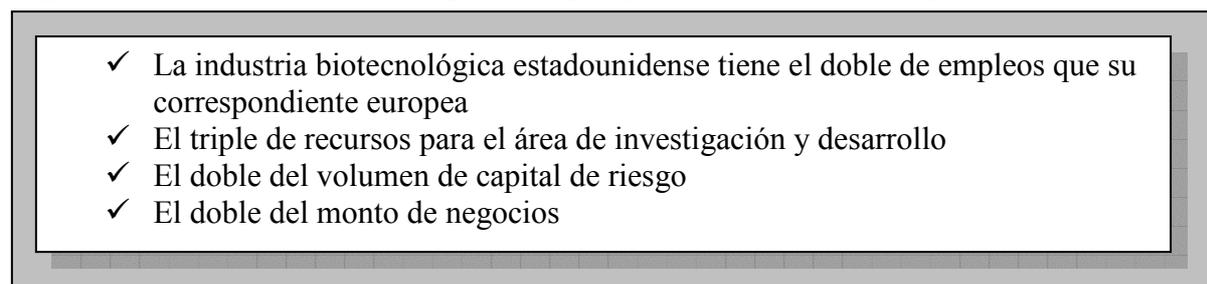
**Fig. 22: Solicitudes de patentes de biotecnología – Cuotas por países EPO (2002)**

Fuente: OECD [Ed.] (2006:46).

Respecto a la situación de la investigación y aplicación biotecnológica en los 12 países nuevos de la UE<sup>29</sup>, los datos disponibles solo permiten ver partes incompletas. Según estos, Estonia dispone de más de 12 empresas con 192 empleados, Hungría tiene 16 firmas que ocupan 394 empleados y la República Checa se acercaría a las 65 empresas. En Polonia se hallan 13 empresas biotecnológicas con 946 trabajadores, de los que 11,5% trabajan en investigación y desarrollo<sup>30</sup>. La mayoría de las empresas en los países miembros nuevos de la UE existen recién hace poco tiempo. Sin embargo, es ostensible la estructura de investigación y desarrollo, la que ya cubre diversas áreas de aplicación biotecnológica y viene siendo reconocida y fomentada por los respectivos gobiernos en lo que respecta a su importancia económica y científica (Comisión Europea 2007a:6).

En general, en cuanto a las empresas inmersas en la biotecnología, se puede destacar el enorme número de empresas pequeñas que producen pequeños rendimientos. En Europa y EUA 530 empresas que cotizan en la bolsa y 650 grandes empresas privadas hacen 95% de las ganancias. Alrededor de 2.200 pequeñas firmas con menos de 40 trabajadores se distribuyen el restante 5%. La mayoría de empresas biotecnológicas europeas pertenecen al sector de muy pequeñas y pequeñas empresas de investigación intensiva. Sin tomar en cuenta los números comparables de empresas biotecnológicas europeas y estadounidenses, se pueden encontrar las siguientes diferencias.

**Fig. 23: La industria biotecnológica europea y estadounidense comparada**



Fuente: Comisión Europea (2007a:7).

En el ámbito de la investigación básica, Europa está a la cabeza del mundo. Sin embargo, la relativa inferioridad de las empresas biotecnológicas europeas en relación a sus competidores estadounidenses muestra que, hasta ahora, las posibilidades de aplicación comercial no han sido suficientemente explotadas. Las competencias centrales de la investigación y aplicación

<sup>29</sup> Corresponde desde Mayo de 2004 a Estonia, Letonia, Lituania, Malta, Eslovaquia, Eslovenia, Polonia, República Checa, Hungría, Chipre y desde Enero de 2007 Bulgaria y Rumania.

<sup>30</sup> Visto de manera global, el promedio de las personas empleadas en las áreas de investigación y desarrollo en biotecnología se acerca a 42% (Comisión Europea 2007a:6).

en Europa se encuentran sobre todo en el campo de la salud y la biotecnología industrial<sup>31</sup>. Los principales competidores vienen de los Estados Unidos de Norteamérica, Canadá y Japón. Además, es menester prestarle atención a la creciente nueva competencia de la región Asia-Pacífico<sup>32</sup>.

El campo de la salud cuenta como el área de gasto más importante de la biotecnología en Europa y los EUA. Más de 250 millones de pacientes se han beneficiado de aproximadamente 140 medicamentos desarrollados en base a biotecnología desde 1982. En el año 2002, en el mercado europeo se movió un volumen total de cerca de € 9 mil millones. El valor agregado bruto en el sector de la producción llegó a € 3,1 mil millones. Eso representa 0,25% de la generación de valor total del sector productivo. Hasta el 2005 se produjeron en Europa 9% de los productos farmacéuticos basados en biotecnología. En comparación, la parte estadounidense alcanzó 11%. En el periodo 1996 a 2005, el crecimiento del volumen de ventas de la biofarmacéutica fue el doble del de los productos farmacéuticos convencionales (23% y 11%).

Aunque la mayoría de las empresas biotecnológicas europeas trabajan en el área de la salud, Europa tiene aún una débil posición en el ámbito del desarrollo y marketing de la biofarmacéutica. Solo 15% de los productos a nivel mundial son desarrollados en Europa; en cambio 54% son desarrollados en EUA (Comisión Europea [Ed.] (2007a:9)<sup>33</sup>.

Mirando los números más actuales del 2006 y la cantidad de productos en desarrollo preclínico y clínico (*product-pipeline*) de las empresa europeas que cotizan en la bolsa, se destaca un crecimiento de 30%. En este campo se producen hoy cerca a 200 productos. En el año 2007 se registraron otros 27 productos que están a la espera de autorización. Las empresas privadas tienen alrededor de 800 productos en sus líneas y 12 están a las puertas de la autorización (Ernst & Young 2007a:48-51, 2007b).

En el área de la agricultura y producción de animales se puede encontrar las siguientes aplicaciones significativas de la biotecnología moderna: Cultivo del suelo, forestación y

---

<sup>31</sup> Incluye la industria química.

<sup>32</sup> Corresponde, entre otros, a China, India, Corea, Australia, Nueva Zelanda.

<sup>33</sup> Comisión Europea [Ed.] (2007b).

silvicultura, jardinería y piscicultura<sup>34</sup>. La investigación biotecnológica se lleva a cabo sobre todo en la cría y reproducción de plantas y animales, así como en la producción de suplementos alimenticios para animales, productos farmacéuticos veterinarios y en la diagnosis. La biotecnología juega un rol importante en la producción de enzimas para el procesamiento de alimentos, la comprobación de los componentes de los alimentos, y la seguridad alimentaria<sup>35</sup>.

El mercado para alimentos genéticamente modificados ha crecido rápido mundialmente. En el año 2006 había en 22 países aproximadamente 102 millones de hectáreas en las cuales se cultivaron plantas genéticamente modificadas. Eso representa alrededor del 6% de la superficie plantada a nivel mundial. En la UE el uso de plantas genéticamente modificadas está limitado y se resume al cultivo de maíz en 6 países miembros. Solo en España se utiliza maíz genéticamente modificado; con el 13% de la superficie total plantada de maíz representa una cuota grande. A nivel europeo la cuota esta por el 1%; en los EUA el maíz genéticamente modificado hace el 61% (2006) de la superficie total plantada con maíz. A nivel mundial, el porcentaje llega al 20% con tendencia al alza (Comisión Europea [Ed.] (2007a:12).

La contribución económica de la biotecnología a la agricultura se estima en 3,0 a 5,6 miles de millones de Euros. Entre las más frecuentes aplicaciones basadas en la biotecnología están los productos animales (30%), suplementos alimenticios para animales (28%), enzimas de alimentos (13%) y diagnosis (10%). El aporte indirecto es mucho mayor, dado que el empleo de procesos biotecnológicos logra ventajas para el rendimiento económico de los productores agrícolas (Comisión Europea [Ed.] (2007a:12)<sup>36</sup>.

En los últimos 10 años, las inversiones públicas y privadas en la agro-biotecnología se han contraído. La investigación en este campo se ha movido además a países fuera de la UE. Aparte de los nuevos competidores de la región Asia-Pacífico y Sudamérica, sobre todo las empresas estadounidenses son las líderes en el mercado mundial. Al ver los desarrollos internacionales, el aumento de la demanda mundial de alimentos y el desarrollo de materias primas renovables que buscan reemplazar a aquellas basadas en petróleo, se puede esperar

---

<sup>34</sup> El volumen del mercado mundial para el sector de la biotecnología que se ocupa de los organismos marinos se estima en aproximadamente € 2,4 mil millones (2002), con una tasa anual de crecimiento del 10% (hasta el 2005) (FMP Marine Biotechnology Group 2005:12).

<sup>35</sup> Comisión Europea [Ed.] (2007b).

<sup>36</sup> Comisión Europea [Ed.] (2007b).

que el aumento de la productividad agrícola vuelva a ser una importante actividad de la biotecnología en Europa (Comisión Europea [Ed.] (2007a:12).

La investigación y aplicación biotecnológica también juegan un importante rol en los procesos de producción industrial y posibilitan ventajas que, con un menor uso de recursos, permiten mayor eficiencia y reducción de costos de producción. Las empresas europeas están entre las líderes en el mercado mundial en las áreas de la producción y uso de enzimas en procesos químicos. Las enzimas ayudan a ahorrar agua, materia prima y energía en los procesos industriales. Estas no deben ser necesariamente ganadas de microorganismos genéticamente modificados; enzimas existentes de modo natural también son capaces de poner en marcha procesos biocatalíticos. La producción de biogás, etanol, y productos químicos de biomasa son otros ejemplos de aplicaciones de la biotecnología en Europa que pueden realizar un aporte a la sostenibilidad ecológica de los procesos industriales (Comisión Europea [Ed.] (2007a:14).

Entre las empresas más importantes de esta rama están Novozymes, Danisco, Chr. Hansen (Dinamarca); BASF, AB Enzymes GmbH, DIREVO Biotech AG (Alemania) y DSM (Países Bajos). En los últimos tiempos, pequeñas y medianas empresas, que están en aumento, también rivalizan con las empresas establecidas en este segmento. 64% de las firmas activas en el área de la producción de enzimas se encuentra en Europa, 18% en los EUA. Alemania, España y Francia cuentan con la mayoría de empresas. A pesar del reducido número de empresas, Dinamarca es responsable de 47% de la producción mundial de enzimas y es así el productor más importante. La producción mundial de enzimas subió de 53.000 toneladas/año en 2001 a aproximadamente 65.000 toneladas/año en 2005, con una participación de empresas europeas que alcanzó el 75%. Su cuota en el valor agregado total del sector productivo europeo está cerca al 0,05% o € 1,3 mil millones.

Adicionalmente, las enzimas sirven en la producción de alimentos, jugos de frutas y vino, procesos de cocción y producción de suplementos alimenticios. La producción europea de alimentos, la que mantiene el 4,2% de los empleos en el sector productivo, hace un aporte económico de € 70 millones (4,6% del VAB).

Sobre la base de aplicaciones biotecnológicas, el sector de celulosa y papel alcanza en Europa una cuota de € 300 millones en el VAB. El afinamiento de textiles aporta con 0,28% al valor

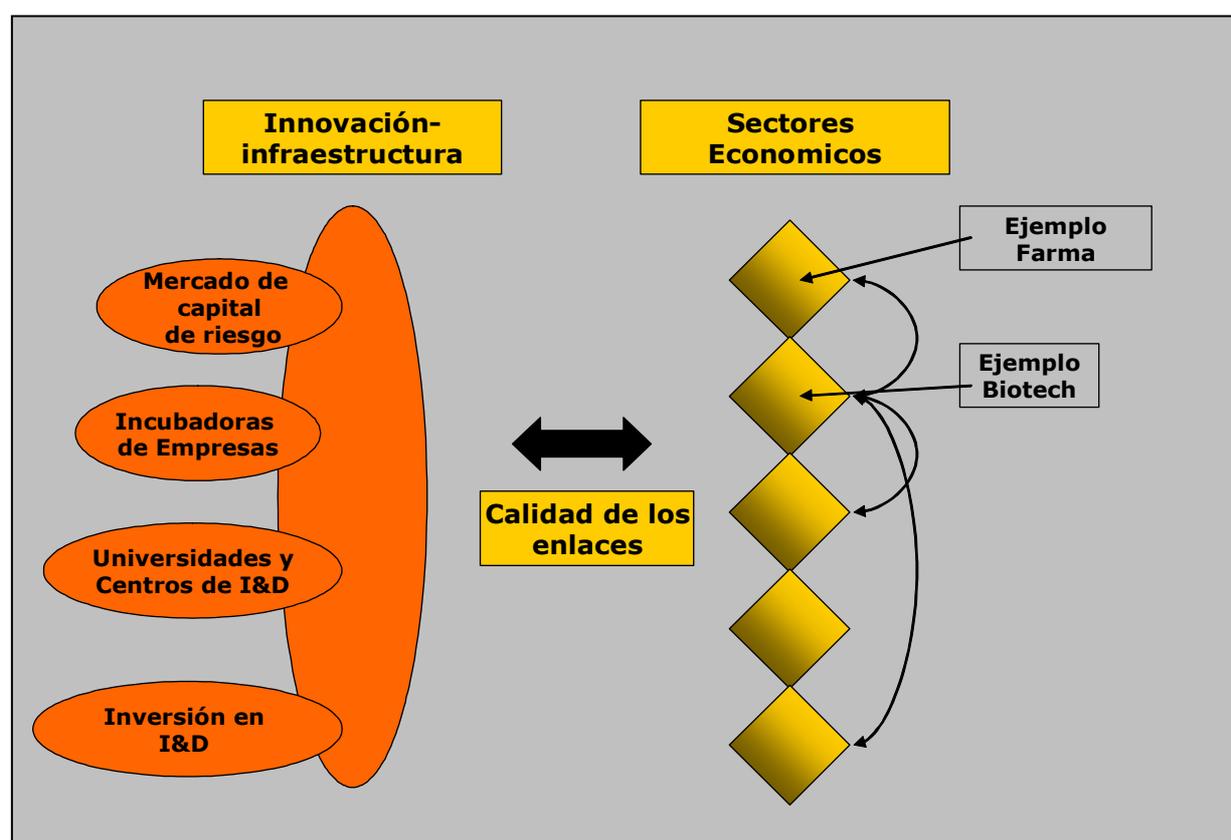
agregado total en el sector productivo europeo. Hay gran expectativa por la producción de bioetanol; Europa tiene hoy una participación de 2,6% en el volumen total producido (30 millones de toneladas). A través del uso de procesos modernos, se espera un significativo fortalecimiento de la competitividad de las materias primas renovables (Comisión Europea [Ed.] (2007a:14-15).

## 2 La importancia de los clusters y redes de innovación

### 2.1 Introducción a la discusión sobre clusters

La Política Biocientífica Europea (2002-2007)<sup>37</sup> ve la creación de redes más estrechamente tejidas como un elemento clave para el desarrollo y fortalecimiento de la competitividad de la biotecnología. Ya en el pasado se ha formado un gran número de clusters de empresas en este sector. Estos persiguen el objetivo de conectar diferentes recursos de la industria e instituciones públicas de investigación, de universidades y potenciales inversionistas.

Fig. 24: La importancia de los enlaces en procesos innovadores en la biotecnología



Fuente: Elaboración propia.

A pesar de un desenvolvimiento positivo hasta el momento, la estrecha cooperación de la Comisión Europea y los estados miembros de la Unión es aún necesaria para conectar trabajo científico investigativo, actividades comerciales y la asignación de recursos financieros. La política europea de fomento construye así aquellas ventajas que resultan de la integración de

<sup>37</sup> Comisión Europea [Ed.] (2002a), EuropaBio [Ed.] [2008].

los clusters biotecnológicos existentes en un denominado “megacluster”, como también del mejoramiento de la cooperación entre clusters y redes regionales a lo largo y ancho de Europa (Comisión Europea [Ed.] (2007a:24-25).

Un cluster regional se define como la concentración geográficamente delimitada de empresas independientes cuyo éxito radica en el entorno local para la competitividad de las redes de empresas y donde el conocimiento es intensivo. Concentraciones regionales ofrecen un excelente ambiente para en fortalecimiento de la innovación y el éxito de las empresas<sup>38</sup>. Según Rosenfeld (1997) los clusters deberían tener además canales activos para transacciones económicas, diálogo y comunicación (Comisión Europea 2002b:13).

“Sin canales activos, incluso una masa crítica de firmas relacionadas no es un sistema local social o de producción y por lo tanto no opera como un cluster”  
(Traducido de Rosenfeld (1997:10)

Los clusters forman áreas espacialmente definibles con un número relativamente alto de empresas y empleados que se especializan en pocas áreas. Las empresas son parte de redes locales que se basan generalmente en relaciones de provisión (comprador-vendedor), que sin embargo también pueden surgir de relaciones horizontales entre empresas en el mismo nivel de producción. Más aún, la utilización de una base común de conocimientos y tecnología o de la misma fuente de insumos y materiales es capaz de enlazar empresas. En lo que toca al tamaño de un cluster regional, la zona de aglomeración frecuentemente corresponde al mercado laboral local o al área desde donde se trasladan las personas para ir al trabajo (Comisión Europea 2002b:13).

De acuerdo a Porter (1990, 1998b), un cluster se basa en concentraciones geográficas de empresas e instituciones conectadas. En esta constelación, la aglomeración de competidores, clientes y proveedores promueve la innovación y competitividad. En este punto hay que señalar que las instituciones como organizaciones formales, son vistas por Porter (1998b) como parte de los clusters regionales.

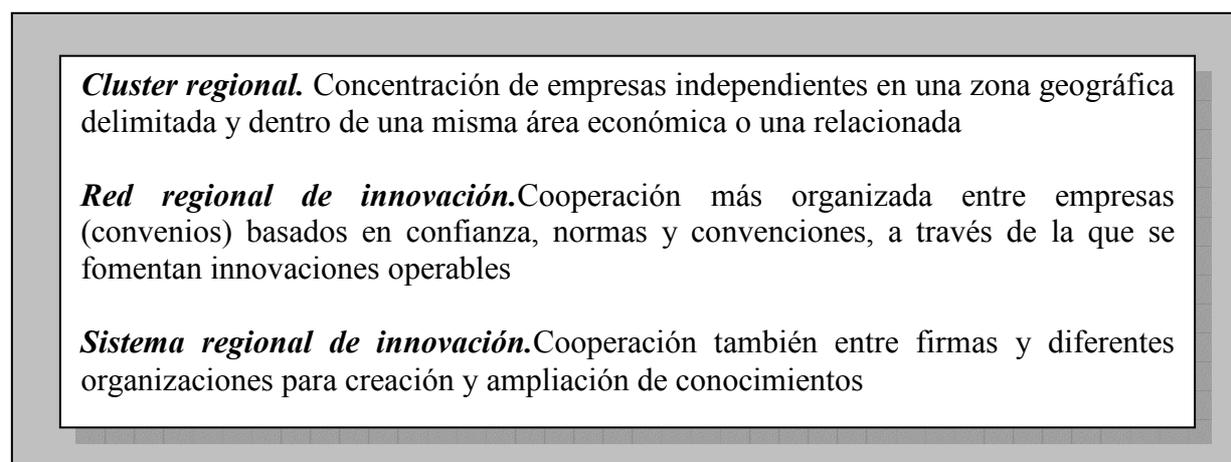
A partir de la necesidad de definiciones más precisas, se ha visto por conveniente limitar la expresión de cluster regional a la concentración geográficamente delimitada de empresas

---

<sup>38</sup> Asheim [et al.] (2000).

conectadas entre sí. En consecuencia, clusters regionales con instituciones de fomento deben ser señalados como sistemas regionales de innovación. Condición para un sistema de innovación es la formación de una red de innovación por parte de las empresas en un cluster, lo que va acompañado de una cooperación entre empresas más intensamente organizada. Eso se da, por ejemplo, cuando proveedores no solo producen componentes según los deseos del cliente, sino que también cooperan con sus clientes para el desarrollo de nuevos productos, estimulando así el flujo de información y conocimiento dentro del cluster<sup>39</sup>. La cooperación para actividades de innovación entre empresas y organizaciones basadas en el conocimiento (Universidades, institutos de I&D, agencias de transferencia de tecnología, uniones o federaciones económicas, instituciones financieras) es la base para un sistema regional de innovación comprehensivo. Para el apoyo a los sistemas regionales de innovación, las organizaciones mencionadas brindan competencias, forman mano de obra calificada y posibilitan el financiamiento necesario (Comisión Europea 2002b:14).

**Fig. 25: Definición de expresiones en la discusión sobre redes y clusters**



Fuente: Comisión Europea (2002b:14).

La formación de clusters regionales frecuentemente es considerada como un fenómeno espontáneo que se da por sí solo. En la concentración geográfica de empresas, *Spin-offs* y actividades empresariales juegan un papel importante. En los sistemas regionales de innovación, al contrario, se parte de procesos sólidamente planeados y aplicados. El desarrollo de cluster a sistema de innovación representa una vía posible para el aumento de la competitividad y capacidad de innovación de las empresas. Este paso requiere el fortalecimiento de la cooperación entre empresas y ocasiona mayor inclusión de

<sup>39</sup> OECD (2001)

organizaciones del área del conocimiento en la cooperación para la innovación (Comisión Europea 2002b:14).

Frecuentemente, los clusters recorren una especie de historia desde su aparición, pasando por su crecimiento hasta su empequeñecimiento o transformación. Las siguientes etapas del desarrollo del cluster se pueden señalar de manera separada.

El establecimiento de un cluster puede ser explicado por circunstancias históricas; en ello la disponibilidad de materias primas, el conocimiento específico de organizaciones de I&D o conocimiento tradicional, las necesidades de clientes regionalmente concentrados o la ubicación de las empresas juegan un rol que ocasiona nuevas innovaciones y influye positivamente en el crecimiento de otros. Además de ello, causas fortuitas pueden también influir en el crecimiento de los clusters. Sin embargo, a menudo son visibles factores explícitos de ubicación que permiten el desarrollo a largo plazo de conocimiento específico que, a su vez, puede ser aplicado a nuevos procesos productivos<sup>40</sup>.

En la primera fase del desarrollo de un cluster, frecuentemente se dan *spin-off's* que acompañan una concentración espacial de firmas con niveles de producción similares. A la aglomeración le sigue la competencia local, que según Porter (1998a) es una de las fuerzas motoras más importantes para la innovación y el emprendimiento (Comisión Europea 2002b:15).

Después de que una aglomeración de empresas se ha producido, el creciente número de ventajas externas genera un proceso acumulativo. Entre las ventajas mencionadas, hay que destacar la formación de empresas proveedoras y de servicios especializados (a través de la desintergación vertical de las empresas) y la aparición de un mercado laboral especializado. A través de ello puede reducirse costos de insumos y suministros, puesto que los ahorros en los costos de producción de los proveedores especializados son transmitidos a sus clientes. Otros ahorros tienen lugar a través de la disponibilidad de un *pool* de mano de obra calificada<sup>41</sup>.

Como siguiente etapa del desarrollo, la formación de nuevas organizaciones cumple un papel útil para empresas situadas en clusters en crecimiento, incrementando la cooperación, procesos de aprendizaje y transferencia tecnológica locales. Ejemplos de aquellas son las

---

<sup>40</sup> Pinch [et al.] (1999).

<sup>41</sup> Storper [et al.] (1989), Harrison [et al.] (1996).

organizaciones del conocimiento, instituciones de capacitación especializadas y uniones o asociaciones de empresas. Como ejemplo de ello, en este contexto se puede citar la institución de centros de servicio en determinadas regiones industriales de la “tercera Italia” durante la década de 1980<sup>42</sup>. El fin era proporcionar competencias y conocimiento profesional a las empresas, dado que pequeñas firmas rara vez están en posibilidades de adquirirlos, y finalmente aumentar la capacidad de innovación de la red local.

El desarrollo de ventajas externas y el establecimiento de nuevas organizaciones aumentan el renombre y el poder de atracción del cluster. Más empresas y mano de obra calificada se asientan dentro del área del cluster y aumentan de esta manera el atractivo del mismo. El establecimiento de relaciones de tipo informal que permiten una circulación eficiente de conocimiento e información promueve la coordinación de actividades económicas. En clusters que existen desde hace más tiempo, numerosas relaciones diferenciadas entre personas y organizaciones entran en escena. Estas son coordinadas a través de rutinas de negociación y acuerdos y se basan por lo general en la cercanía espacial<sup>43</sup>. El intercambio de conocimiento no codificado exige relaciones estrechas y personales, con la preferente cercanía espacial entre personas, firmas y organizaciones (Comisión Europea 2002b:15).

Los clusters pueden renovar su existencia en décadas o convertirse en parte de un nuevo cluster. Sin embargo, para muchos sobreviene una fase de desarrollo regresivo. Las condiciones que han llevado a una sólida situación regional (potencial de trabajadores técnicos con conocimiento específico, estrecho entrelazamiento interempresarial, apoyo intenso de la política económica) pueden mostrarse como obstáculos inflexibles a la innovación y llevar al cluster a una rígida especialización. Frente al cambio económico y la reacción necesaria para asegurar la existencia de un cluster, existe el peligro de endurecimiento de las rutinas de negociación y opresión de nuevas ideas<sup>44</sup> (Comisión Europea 2002b:16).

---

<sup>42</sup> Brusco (1990).

<sup>43</sup> Storper (1997).

<sup>44</sup> Grabher (1993), Porter (1998a)

**Fig. 26: Etapas del desarrollo de clusters regionales**

1. Establecimiento de empresas pioneras, frecuentemente basadas en conocimiento específico local, segundas por “Spin-off’s” o desprendimientos de nuevas empresas.
2. Formación de una serie de proveedores y empresas de servicios especializadas, así como de un mercado laboral especializado.
3. Formación de nuevas organizaciones que apoyan a las empresas del cluster.
4. Atracción de empresas externas, trabajadores técnicos y creación de suelo fértil para nuevas empresas locales.
5. Formación de cualidades relacionales fuera del mercado que promuevan la circulación local de conocimiento e información.
6. Fase de desarrollo regresivo para el cluster, ya que pueden aparecer situaciones de “inhibición”.

Fuente: Comisión Europea (2002b:16).

## 2.2 Clusters regionales de la biotecnología europea

Desde una perspectiva geográfica, las empresas biotecnológicas europeas están distribuidas en toda el área de miembros de la Unión. No obstante, hay que señalar que estas están frecuentemente en clusters existentes que juegan un papel importante en transferencia de conocimientos y recursos para el sector de la biotecnología. El siguiente cuadro identifica algunos de los principales clusters de empresas y redes regionales en Europa.

**Fig. 27: Ejemplos de clusters y empresas regionales de biotecnología**

- ✓ ScanBalt BioRegion (Dinamarca, Estonia, Finlandia, Alemania, Islandia, Letonia, Lituania, Noruega, Polonia, Rusia y Suecia),
- ✓ BioTech-Region München (Alemania),
- ✓ Medicon Valley Academy (Suecia y Dinamarca),
- ✓ BioValley (Francia, Alemania y Suiza),
- ✓ ERBI (Reino Unido),
- ✓ Atlantpole (Francia),
- ✓ Lyon Rhone Alps Life Science Network (Francia),
- ✓ Parc Científic de Barcelona (España),
- ✓ EuroBioCluster South (España, Francia, Suiza, Italia y el sur de Alemania),
- ✓ Transalpine BioCluster (Francia, Italia y Suiza), y otros.

Fuente: Comisión Europea [Ed.] (2007a:5).

A través de los registros de patentes se pueden determinar 10 regiones particularmente productivas en Europa. Observando el número absoluto de patentes, Alemania, Francia y Gran Bretaña destacan extremadamente bien. Comparando patentes y cantidad de habitantes, estados miembros más pequeños como Bélgica, los Países Bajos, Suecia y Dinamarca también alcanzan posiciones de liderazgo.

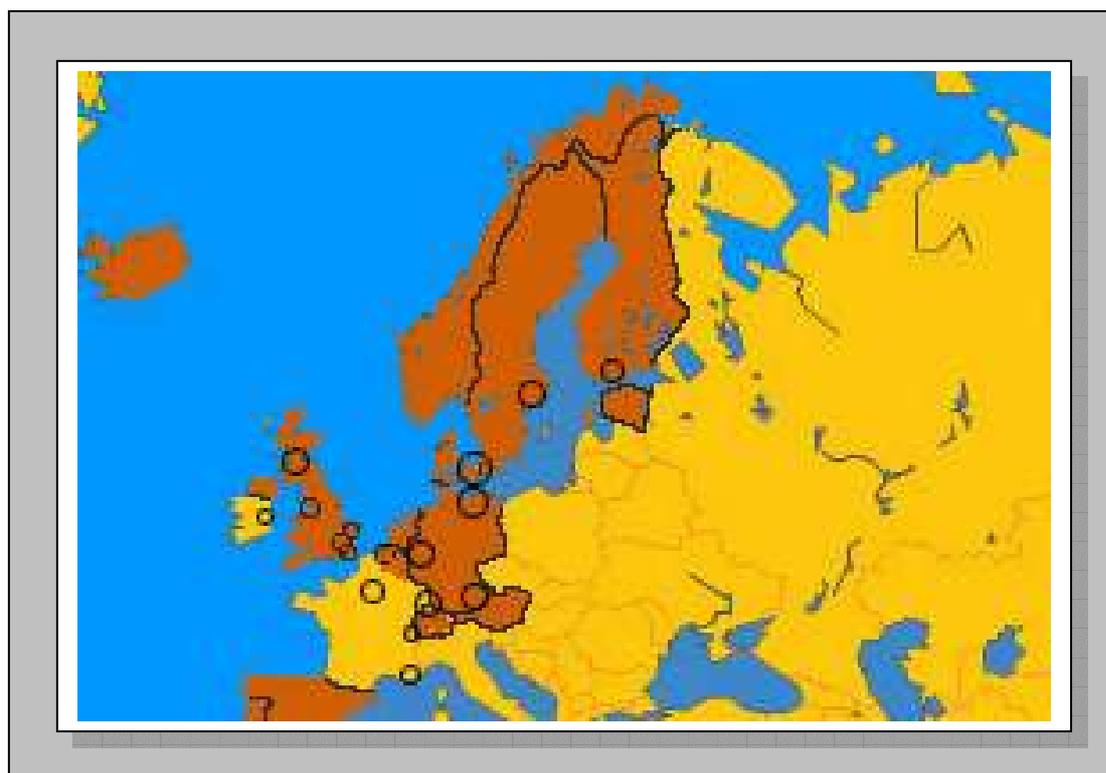
**Tabla 20: Registros de patentes en regiones europeas (2006)**

Patentes por millón de habitantes		Total Patentes	
Brabant Wallon (BE)	54	Ile de France (FR)	145
Alta Baviera (DE)	34	Alta Baviera (DE)	139
Karlsruhe (DE)	33	Dinamarca (DK)	139
Berlín (DE)	32	Berlín (DE)	108
Utrecht (NL)	28	Colonia (DE)	97
Brunswick (DE)	28	Berkshire, Buckinghamshire&Oxfordshire (UK)	93
Estocolmo (SE)	27	Düsseldorf (DE)	93
Dinamarca(DK)	26	Karlsruhe (DE)	88
Hamburgo (DE)	24	Municipio de Londres (UK)	86
Sydsverige (SE)	23	Anglia Oriental (UK)	73

Fuente: Comisión Europea[Ed.] (2007a:6).

Algunos de los clusters biotecnológicos europeos pueden ser contados entre los grupos de relaciones regionales ya consolidados, como por ejemplo Oxford, Cambridge y Estocolmo. Estos clusters poseen un fuerte antecedente de investigación y han logrado gran reputación internacional. Su masa crítica está compuesta tanto por *Spin-off's* jóvenes y establecidos como por empresas internacionales. Otros clusters, como las Bioregiones alemanas (Munich, Rin/Neckar, Renania) y algunos clusters franceses o el Medicon Valley entre Copenhage y Lund son más jóvenes. Su desarrollo ha sido promovido sobre todo por una eficiente política estatal de fomento en los años noventa, financiamiento público y privado, infraestructura moderna y la presencia de empresas más grandes e institutos de investigación.

### Mapa 1: Clusters regionales de biotecnología en Europa



Fuente: Comisión Europea (2002c).

En Gran Bretaña, los centros regionales de biotecnología se encuentran en Anglia Oriental (Cambridge), en el sureste de Inglaterra (Oxfordshire, Gran Londres, Surrey) y en Escocia central. En un radio de 10 km. alrededor de Oxford y Cambridge, al igual que en Londres, se concentra la mayoría de actividades biotecnológicas del país. En cada una de estas regiones, las instituciones de investigación tanto privadas como públicas juegan un rol.

Además de la universidad, Oxford posee otras reconocidas instituciones de investigación y clínicas, como el Hospital John Radcliffe, Tecnologías AEA, el Instituto de Radiobiología MRC y el Centro de Genética Wellcome Trust Human. Adicionalmente, hay una serie de reconocidos *Spin-off's* a lo largo de la región entre Oxford y Didcot (Oxford GlycoSciences, Oxford Asymmetry, Powderject Pharmaceuticals y otros).

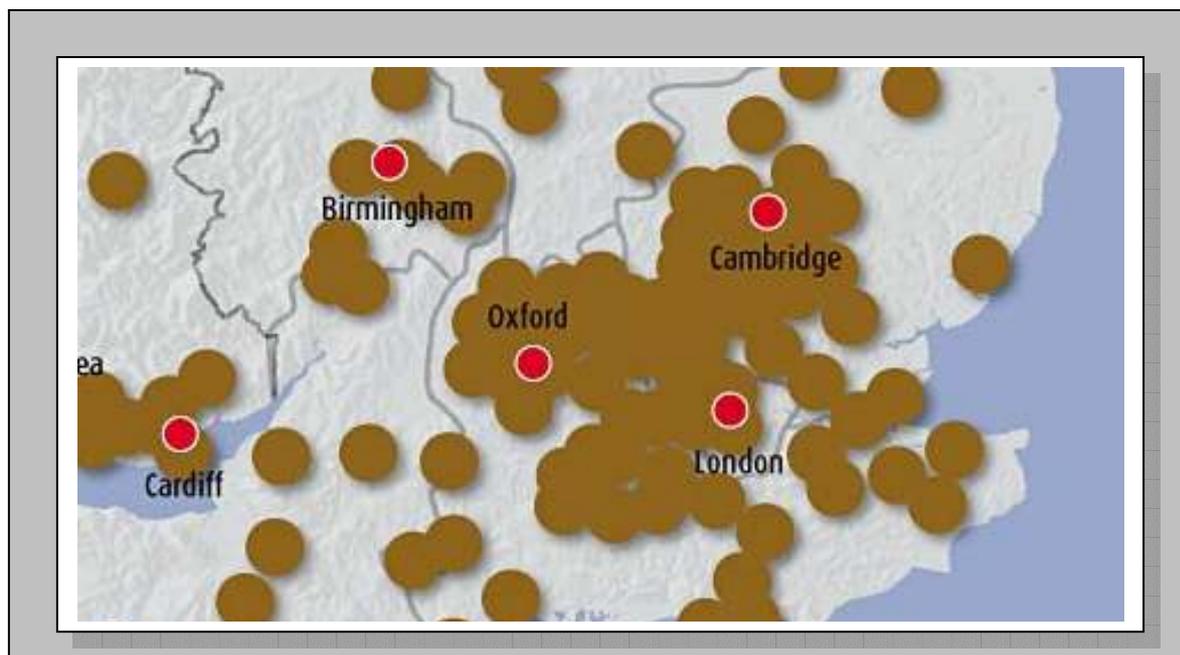
Alrededor del campus en Cambridge se han asentado otras instituciones líderes (el Laboratorio de Biología Molecular, el Instituto Babraham, el Centro Sanger o el Instituto Europeo de Bioinformática). 27% de las empresas biotecnológicas británicas se concentran en esta region. Igualmente se puede señalar numerosos actores de la biotecnología en Londres; entre ellos están las instituciones públicas de investigación como el Imperial College, el

Consejo de Investigación Médica y el University College, como también la clínicas de investigación de Guy's and St Thomas' Hospital. Adicionalmente, firmas de capital de riesgo y las oficinas centrales de grandes consorcios químicos y farmacéuticos. La mayoría de las firmas en Londres sirven a la rama biofarmacéutica con énfasis en organismos subcelulares y decodificación/transformación de material del ADN. Las firmas también desempeñan un rol en las áreas de genómica funcional (*functional genomics*), la producción de material para vacunas y la elaboración de sistemas de para determinadas farmacoterapias (*drug delivery systems*) (Comisión Europea (2002c:51-52).

En el Cluster de Anglia Oriental (Cambridgeshire), el segmento biofarmacéutico en toda su extensión es el campo más importante de investigación y aplicación. Este abarca desde grandes empresas biotecnológicas de primera generación, pasando por investigación de medicamentos en el sector de la genómica, proteómica, bioinformática y química combinatoria, hasta empresas activas en la producción de biomaterial y desarrollan técnicas para secuenciación/ingeniería de proteínas/ADN recombinante.

En Surrey se puede apreciar una mayor ocupación de las firmas tanto en la agrobiotecnología como en el campo de la producción de reactivos y cultivo de tejidos. Por el contrario, Oxfordshire muestra que todas las firmas biotecnológicas cercanas son activas en el sector biofarmacéutico con énfasis en proteómica, genómica, desarrollo de librerías químicas, vacunas y anticuerpos monoclonales. Las 25 a 30 empresas en Escocia no solo representan las competencias científicas en la prevención de la salud (humana y animal), sino también la biotecnología ambiental y cubren las áreas tecnológicas de terapia genética, ingeniería de proteínas y química combinatoria (Comisión Europea 2002c:52).

**Mapa 2: Clusters biotecnológicos importantes en Gran Bretaña**



Fuente: Fisher (2006).

Para identificar clusters regionales significativos en la República Federal Alemana es útil echar un vistazo a la política pública para la biotecnología de los últimos años. En 1996, el Ministerio de Investigación dio a conocer los tres ganadores del Concurso de Regiones Biotecnológicas<sup>45</sup>. Las regiones de Munich, Rin/Neckar y Renania recibieron en este proceso de manos públicas la suma de 50 millones de Marcos Alemanes, con el aporte del mismo monto por parte de la industria. También por esta razón se puede constatar la tendencia a la concentración de empresas biotecnológicas alemanas en los estados de Baviera, Baden-Wurtemberg, Renania-Palatinado y Renania del Norte-Westfalia, a los que hay que añadir la Capital Berlín.

Muchas de las firmas sacaron provecho del Programa de Fomento BioRegio y se asentaron en las inmediatas cercanías de institutos de investigación. Todos estos clusters han crecido constantemente en los últimos años. Esto tiene que ver con el intenso apoyo público y privado por un lado, por el otro hay que mencionar la investigación de alto nivel en el campo del descubrimiento de la molécula Small y la química computacional.

<sup>45</sup> Dohse (2000).

En el espacio berlinés, en gran medida, se encuentran firmas de diagnóstico y del sector genómico y proteómico. Friburgo (de Brisgovia, o Freiburg), en Baden-Wurtemberg, se caracteriza por numerosas empresas en el área biofarmacéutica y agrobiotecnológica. En el área de Hamburgo se hallan firmas especializadas en análisis de ácido nucleico, diagnóstico in-vitro e investigación de medicamentos con énfasis en el desarrollo de genes y de moléculas con cierta finalidad. En Baviera (Munich, Martinsried), la genómica y proteómica juegan un rol, tal como lo hacen la investigación de herramientas de software y know-how en el campo de la bioinformática, y la genómica funcional (Comisión Europea 2002c:53-54).

### Mapa 3: Clusters biotecnológicos en Alemania (Baviera, Baden-Wurtemberg)



Fuente: BMBF ([2008]).

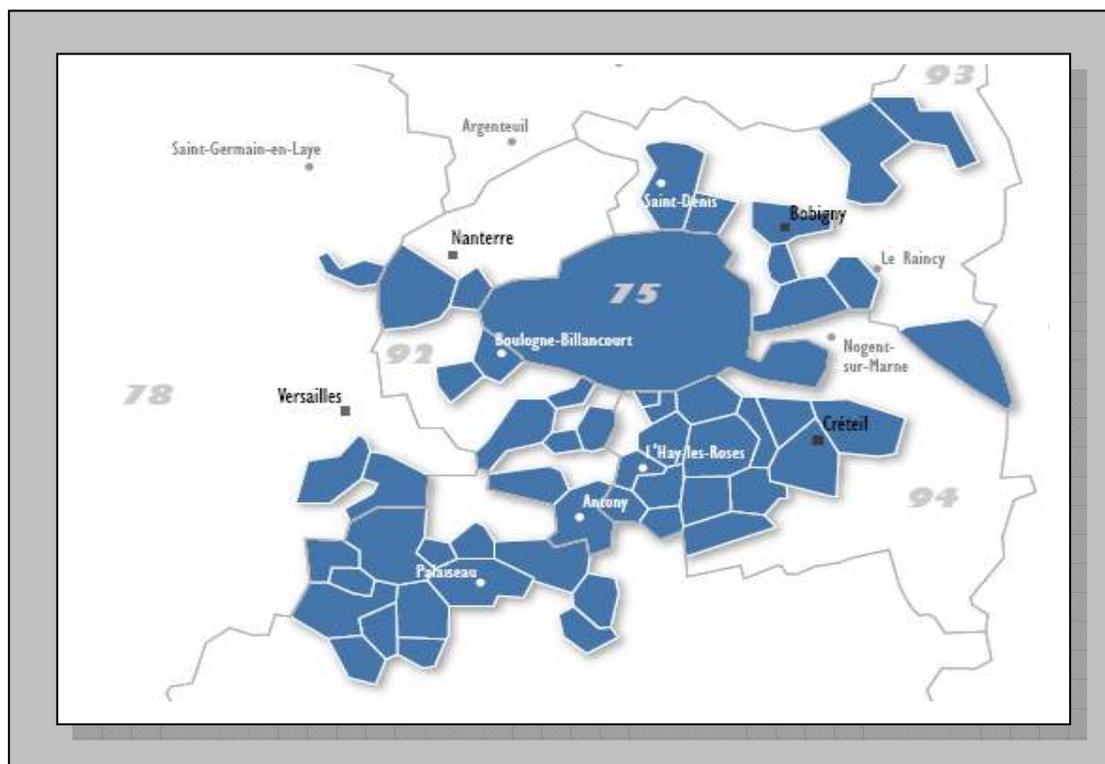
En cuanto a Francia, se pueden señalar los siguientes hechos: de acuerdo al número de empresas, París alberga el segundo cluster biotecnológico de Europa después de Cambridge<sup>46</sup>; cerca al 30% de las firmas biotecnológicas francesas tienen sede en París. Luego siguen las regiones de Auvernia, Loira, Ródano-Alpes y Midi Pirineo, las que han ganado importancia en los últimos años. En una área que comprende 10 km<sup>2</sup> al rededor de la capital francesa se encuentran importantes instituciones biotecnológicas tanto privadas como públicas.

De las más de 100 empresas asentadas en el área de París, muchas se concentran en el desarrollo de la diagnóstica y terapéutica (ingeniería genética, cultivo celular y de tejidos). En Alsacia se encuentran, de acuerdo a la Comisión Europea (2002c:54), 36 firmas

<sup>46</sup> Mytehlka [et al.] (2001).

biotecnológicas, de las cuales 12 trabajan en el área de producción de alimentos, 5 en ingeniería ambiental y 19 en el sector biofarmacéutico (proteómica, transferencia de genes). El área de alimentos agrícolas es también importante para la región Ródano-Alpes. Allí, técnicas de fermentación tradicionales e innovadoras (basadas en genómica y proteómica) dominan a la par (Comisión Europea 2002c:54-55).

#### Mapa 4: Empresas biotecnológicas francesas, Región Parisina



Fuente: Délégation interministérielle à l'aménagement et à la compétitivité des territoires (DIACT) ([2008]).

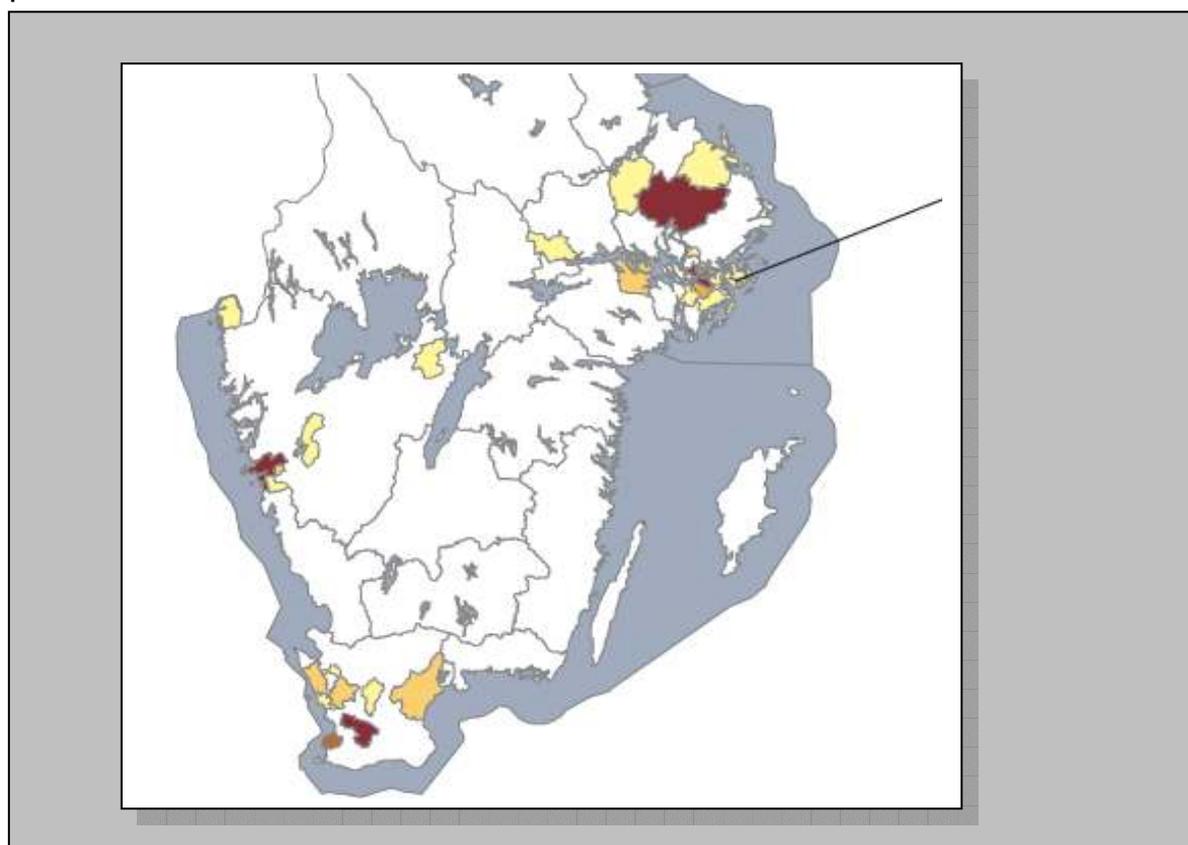
En el norte europeo, dos grandes formaciones de clusters son de especial interés. Uno de estos corresponde al Novum Biopark en Stocolmo, el que se encuentra en las cercanías del Instituto Karolinska que posee una larga tradición en la investigación médica y biológica. La región sureña al rededor de Oresund es conocida como Medicon Valley<sup>47</sup>. La importancia de este cluster biotecnológico ha tenido un crecimiento ininterrumpido desde la conexión de las ciudades de Copenhage, Lund y Malmö (Dinamarca y Suecia) a través del puente en Oresund.

Casi todas las empresas biotecnológicas suecas se reencuentran en 4 regiones principales, a las que pertenecen Estocolmo-Uppsala, Escania (incluyendo Lund y Malmö), Gotemburgo y Umea. En Dinamarca se debe señalar la importancia de la región de Selandia. Actividades de

<sup>47</sup> Horton (1999).

la biofarmacéutica con enfoque en el desarrollo de vacunas, técnicas de terapia celular, proteómica y genómica distinguen al área de Estocolmo. En el área de Uppsala domina el sector biofarmacéutico con énfasis en cultivo celular, mientras en el sur de Suecia la situación es más diferenciada (Comisión Europea 2002c:55).

### Mapa 5: Clusters biotecnológico en Suecia



Fuente: Sandström [et al.] (2003:105).

Otros clusters de rápido crecimiento se encuentran en los Países Bajos (región de Holanda Meridional), en Italia (Milán) y en Finlandia (Helsinki, Turku, Tampere, Kuopio, Oulu). En el área circundante de Helsinki y la región Etelae-Suomi (Turku, Tampere) están los más importantes centros biotecnológicos finlandeses<sup>48</sup>. Relaciones localmente basadas entre instituciones públicas de investigación y empresas privadas han tenido gran importancia para el éxito de estas regiones. En el marco de las relaciones de cooperación de firmas innovadoras y universidades, Finlandia toma el primer lugar en toda Europa. El Helsinki Science Park y el Biomedicum han sido establecidos en el área de Helsinki bajo la iniciativa de reputados institutos de investigación (Universidad de Helsinki, Viikki Biocentre, Instituto Nacional de Salud Pública, Universidad de Tecnología de Helsinki).

<sup>48</sup> Kuusi (2001).

Los datos de los clusters biotecnológicos europeos muestran dos interesantes aspectos. El proceso de aglomeración parece estar en relación con la presencia de instituciones de investigación importantes, heterogéneas y conectadas entre sí. A eso se suma que los clusters principales no se caracterizan sólo por conexiones locales y densas, sino también por la capacidad de construir fuertes y variables relaciones de tipo externo con otros clusters.

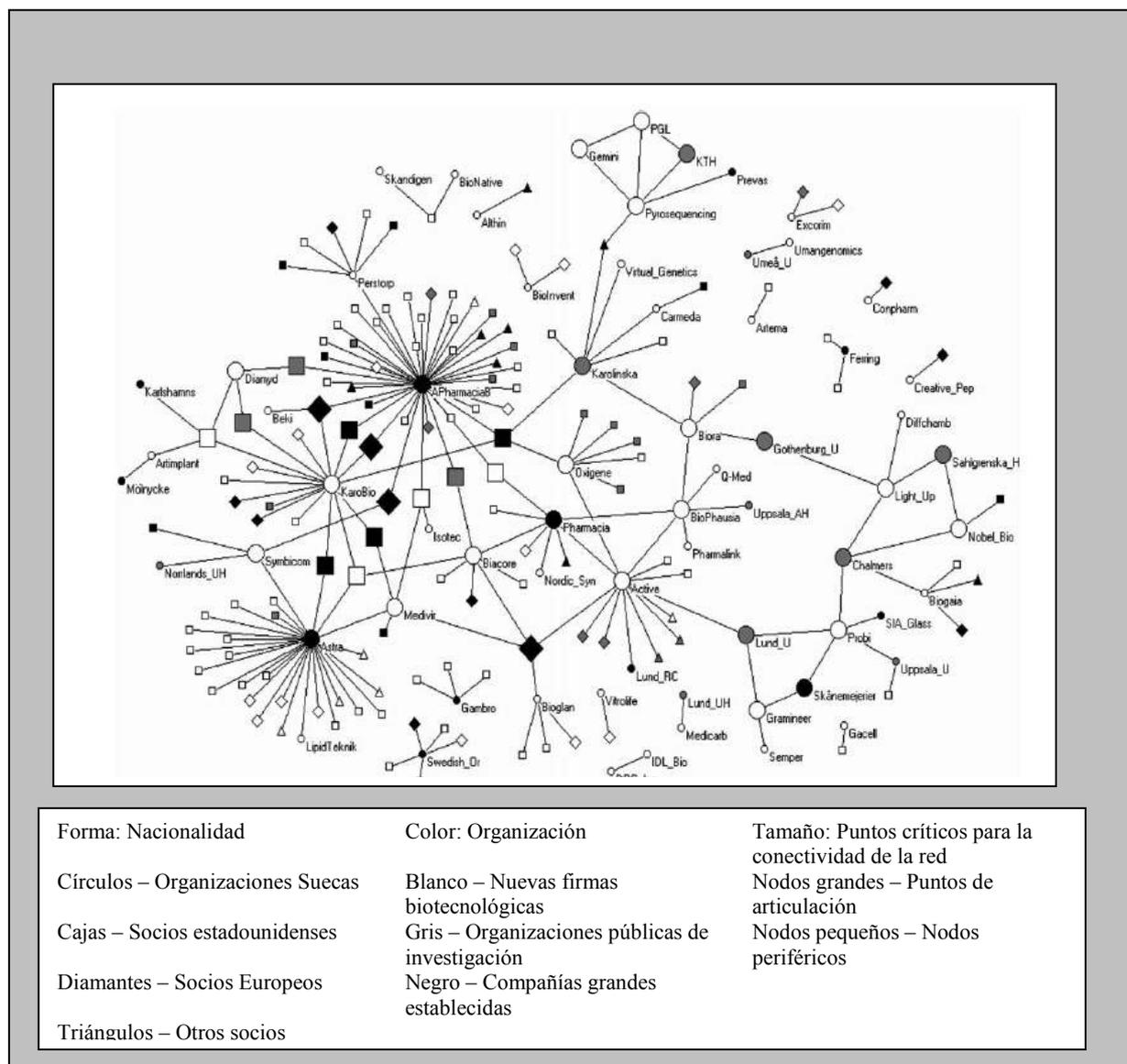
La red sueca de biotecnología (ver Fig.28) refleja el rol central del Complejo Karolinska (Instituto Karolinska y KaroBio) en el centro de contactos internacionales (Astra, Pharmacia). El ejemplo del cluster biotecnológico sueco más importante en torno a Karolinska muestra la importancia de la integración de diferentes organizaciones del extranjero para la intensificación de la cooperación a nivel nacional.

Comparable con el desarrollo de la mayoría de los clusters estadounidenses<sup>49</sup>, también la densidad de la red sueca de innovación ha crecido a través de la influencia de organizaciones internacionales. Además, respecto a las pequeñas empresas basadas en conocimiento, se confirma la función que cumplen al tender puentes entre redes. Este ejemplo muestra cómo a partir de viejos clusters regionales se pueden desarrollar exitosos sistemas de innovación biotecnológica a través de un sólido entorno científico, de competencias integradoras de empresas farmacéuticas establecidas y del rol dinámico de pequeñas firmas. Al interior de estos clusters se fortalecen tanto la densidad de la red como la orientación hacia afuera que salva espacios tendiendo puentes (Comisión Europea 2002c:56-57).

---

<sup>49</sup> Vgl. Owen-Smith [et al.] (2001).

**Fig. 28: Las relaciones en red de I&D en el sector sueco de biofarmacéutica**



Fuente: Comisión Europea (2002c:58).

En un segundo modelo europeo de clusters, el que juega un papel en muchas regiones alemanas y francesas, las relaciones en las redes aún no se han desarrollado en esa proporción. En estas aglomeraciones, la cooperación interdisciplinaria y las conexiones tipo puente en procesos de I&D parecen cumplir hasta ahora un rol menos importante.

En este contexto hay que notar que la tendencia a la formación de clusters frecuentemente es acompañada por un otro proceso; éste describe la creciente apertura de una aglomeración.

Nuevas investigaciones que discuten este tema presentan un aumento de la cooperación con una simultánea reducción de la cuota de relaciones locales<sup>50</sup>.

Al ver el desarrollo actual de la biotecnología, se puede notar en resumen una tendencia hacia la creciente cooperación y una disminución de relaciones locales, para lo que diferentes factores son importantes. Uno de los más importantes tematiza la necesidad de obtener acceso a los más actuales conocimientos, independientemente de su ubicación. El rendimiento sostenible se basa en investigación de punta, la que no siempre tiene lugar en lugares cercanos. Finalmente, Orsenigo [et al.] (2001) y Pammolli [et al.] (2001), señalan que la formación de clusters y la de-localización pueden derivar de la evolución del conocimiento biotecnológico en sí (Ampliación de tecnologías de múltiples propósitos y plataformas) (Comisión Europea (2002c:59).

---

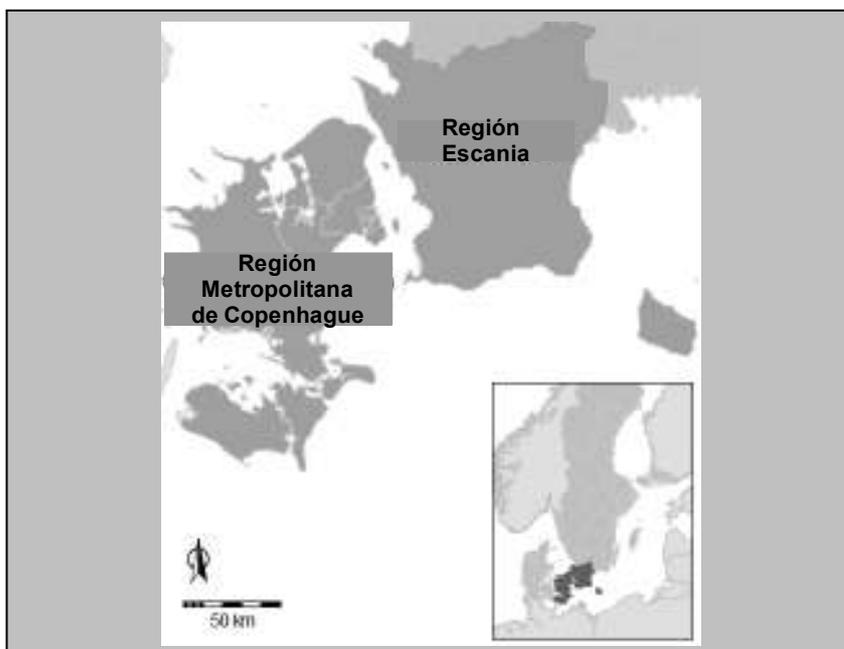
<sup>50</sup> Owen-Smith [et al.] (2001) demuestran en el ejemplo de la biotecnología estadounidense una disminución de vínculos basados en la localización de 40% (1988) a 8% (1998), mientras que las cifras en el área de cooperación se han duplicado en el mismo periodo de tiempo.

## 2.3 Desarrollo de clusters y redes que sobrepasan fronteras: Ejemplo de Medicon Valley en la Región Oresund

### 2.3.1 La Región Oresund (Øresund)

El cluster biotecnológico de Medicon Valley se extiende sobrepasando fronteras desde la región sueca de Escania, pasando sobre Oresund, hasta el área circundante de la capital danesa Copenhague. En esta región viven cerca de 2,9 millones de habitantes. Con una superficie total de casi 14.000 km<sup>2</sup>, la densidad de habitantes/km<sup>2</sup> se aproxima a las 210 personas<sup>51</sup>.

#### Mapa 6: La ubicación geográfica de la Región Øresund



Fuente: Zentrum für Innovation und Technik in NRW (ZENIT) ([2008]:1).

Entre las ramas significativas que caracterizan la economía de la región, además de la biotecnología, están el transporte y la logística, la información y telecomunicación y, finalmente, la industria alimenticia.

La ubicación geográfica en el centro del norte europeo y a las puertas del Mar Báltico hacen de esta región un centro particularmente interesante para el tráfico aéreo, naviero y carretero.

<sup>51</sup> Las cifras mostradas en este capítulo están basadas en estadísticas recogidas en 2002 y 2003; ZENIT ([2008]:1-2).

En el sector de telecomunicaciones trabajan alrededor de 30.000 personas, de las cuales la mayor parte se encuentra en la región danesa con 25.000 empleados, lo que a su vez genera una cifra total de negocios de € 4,8 mil millones. La parte sueca de la región de Oresund posee una larga tradición sobre todo para la industria alimenticia y contiene estructuralmente todos los eslabones de la cadena de valor en el marco de la producción de alimentos. A este hecho se debe añadir que los principales consorcios alimentarios del norte de Europa tienen sede en la región al rededor de Oresund.

La rama de biotecnología en Medicon Valley está compuesta sobre todo por pequeñas y medianas empresas (PyMES) intensivas en investigación. En la industria farmacéutica, por el contrario, se han desarrollado grandes firmas que fungen como polos de crecimiento del desarrollo regional. Entre ellas cuentan “Pharmacia” y “AstraZeneca” (de Suecia) y “Ferrosan”, “Novo Nordisk”, “Ferring” y “Lundbeck” en Dinamarca. En total 95 firmas biotecnológicas, 71 empresas farmacéuticas, 125 organizaciones técnicas de medicina, 16 “clínicas/organizaciones de investigación a contrato” (CRO) y 360 empresas vinculadas, entre otras más del sector de servicios y área de inversión, definen la estructura empresarial de Medicon Valley, donde el número de personas empleadas es aproximadamente 32.000 (ZENIT ([2008]:3-4).

### Mapa 7: Empresas en Medicon Valley



Fuente: Medicon Valley Alliance (2007).

En el marco de la infraestructura de I&D, las universidades y las universidades de ciencias aplicadas (técnicas) en la región de Oresund llegan a cerca de 135.000 estudiantes; a esto se debe añadir los parques científicos establecidos que proporcionan a los nuevos emprendimientos posibilidades eficientes para el desarrollo técnico y científico. Aquí hay que mencionar a Symbion (Hørsholm), CAT (Kopenhague), Ideon (Lund), Medeon (Malmö) o Krinova en Kristiansta entre otros.

En Suecia son activas además las fundaciones privadas dedicadas a la investigación, como la Fundación Wallenberg, desempeñando un útil trabajo de apoyo en las áreas de investigación y desarrollo genético. En los últimos años se emprendieron grandes esfuerzos para fortalecer el desarrollo de la biomedicina en la región, entre los que están las iniciativas para el establecimiento de centros de investigación que reúnen las áreas de trabajo claves. Ejemplos de éstos son las ubicaciones danesas “Copenhagen BioCenter” y “Biotech Research & Innovation Centre (BRIC)” en Copenhague, como también el “Centre for Stem Cell Biology and Cell Therapy” y el “Centre for Diabetes and Stem Cell Research” en Lund. Entre los

socios más importantes para las empresas en Medicon Valley están también los bancos dispuestos a invertir y fiduciarios que pueden proporcionar el capital necesario para el desarrollo y crecimiento empresarial, entre los que hay que mencionar especialmente al Grupo “BankInvest” que es selectivamente activo en el cluster (ZENIT ([2008]:4-5).

A la región Oresund, que sobrepasa las fronteras, se suma también la presencia de consorcios multinacionales. En el área de la biotecnología se puede mencionar la empresa “Biogen”, que con el objetivo de crear 400 fuentes de trabajo, ha invertido hasta el 2005 aproximadamente \$ 350 millones en su planta en la ciudad danesa de Copenhage. En el sector de IT, la empresa IBM tiene una presencia en la región con cerca a 4.500 empleados (1999) y una cifra de negocios anual de aproximadamente € 1,7 mil millones. En la industria alimenticia la empresa danesa Danisco juega un rol importante; con su sede en Copenhage y con 8.000 empleados en 38 países alcanza una cifra de ventas netas de € 2,4 mil millones (2001/02) (ZENIT [2008]:5).

### **2.3.2 El desarrollo de Medicon Valley**

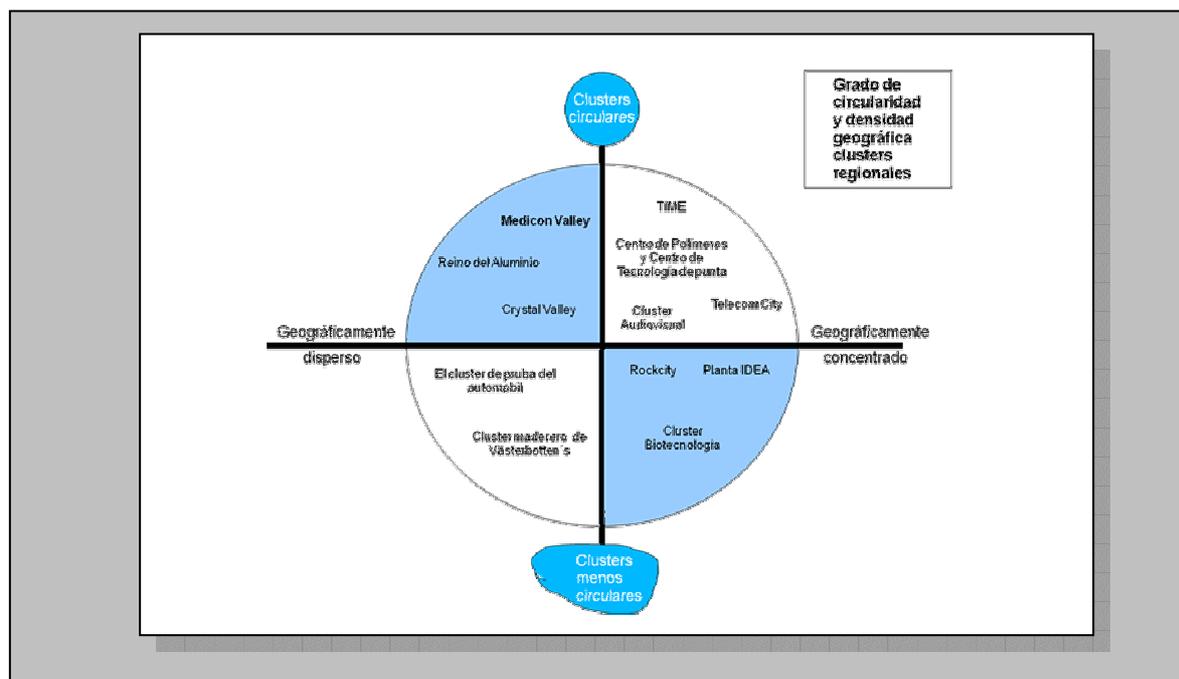
Medicon Valley cuenta entre las regiones biotecnológicas más fuertes de Europa gracias a su alta densidad de empresas biotecnológicas y farmacéuticas, universidades e institutos de investigación tanto privados como públicos. El concepto Medicon Valley tiene el fin de mantener y ampliar a largo plazo la competitividad de la región Oresund dentro del desarrollo y la aplicación biotecnológicos. Con este propósito se establecieron organizaciones como el Comité Oresund (*Øresund-Komitee*), la Red Oresund (*Øresund-Network*), *Medicon Valley Alliance*, *Copenhagen Capacity* o *Position Skåne* para facilitar la formación de la red entre empresas, universidades, instituciones de investigación y proveedores de capital. Un cluster regional depende de un gran número de diferentes actividades en la iniciación y creación de redes para el mejoramiento de la cooperación de las empresas y la coordinación de actividades de información y marketing en la región.

Los años 1990 mostraron claramente que un gran potencial de crecimiento se albergaba sobre todo en el área de salud de la región Oresund, así como en la ramas de farmatecnología y biotecnología. En este sentido, la publicación de Andersson [et al.] (1993) con relación a las oportunidades futuras de esta área juega un importante papel; entre muchas, esta publicación es considerada como uno de los puntos decisivos que que han llevado a la fundación del proyecto Medicon Valley.

El estudio de Andersson [et al.] (1993) sobre los efectos regionales de la planeada construcción de un puente sobre el estrecho de Oresund tematizó la relativa comparabilidad de las estructuras empresariales biotecnológicas en el sur de Suecia y Dinamarca. Frente a esta situación, se veía, sin embargo, que la cooperación mutua estaba sólo en un estado inicial. El proyecto del Puente de Oresund que debía unir a Suecia y Dinamarca permitiendo el tráfico físico fue planeado ya en los años 1990 y podía ser entregado en el año 2000. En este espacio de tiempo, comenzó el trabajo del transnacional Comité de Oresund con el objeto de lograr claridad sobre la competitividad de la región y sus competencias centrales. De este trabajo nació la idea del Medicon Valley, la que contó con el apoyo decidido de todos los actores relevantes con poder de decisión. En el año 2002 se le dio vida a *Øresund Science Region* como institución de orden superior para ajustar y complementar mejor los procesos regionales y mejorar la competitividad regional en su conjunto. Entre otros temas, esto implicaba ligar más fuertemente la investigación biotecnológica con los procesos de desarrollo de TI (ZENIT [2008]:7-8).

La siguiente figura muestra el ordenamiento del cluster Medicon Valley y el portafolio de la política de innovación.

**Fig. 29: Ejemplo de cluster innovador sueco**



Fuente: ZENIT ([2008]:9)<sup>52</sup>.

<sup>52</sup> NUTEK (2001).

En la figura se ve claramente que Medicon Valley se puede describir como un “cluster circular”, el que a raíz de su característica de traspasar fronteras no se concentra tanto espacialmente y posee las siguientes características: (1) presión competitiva de las empresas en el cluster, (2) buena red de industrias y proveedores conectados, (3) alta calidad de la demanda y (4) potencial de recursos humanos especializados.

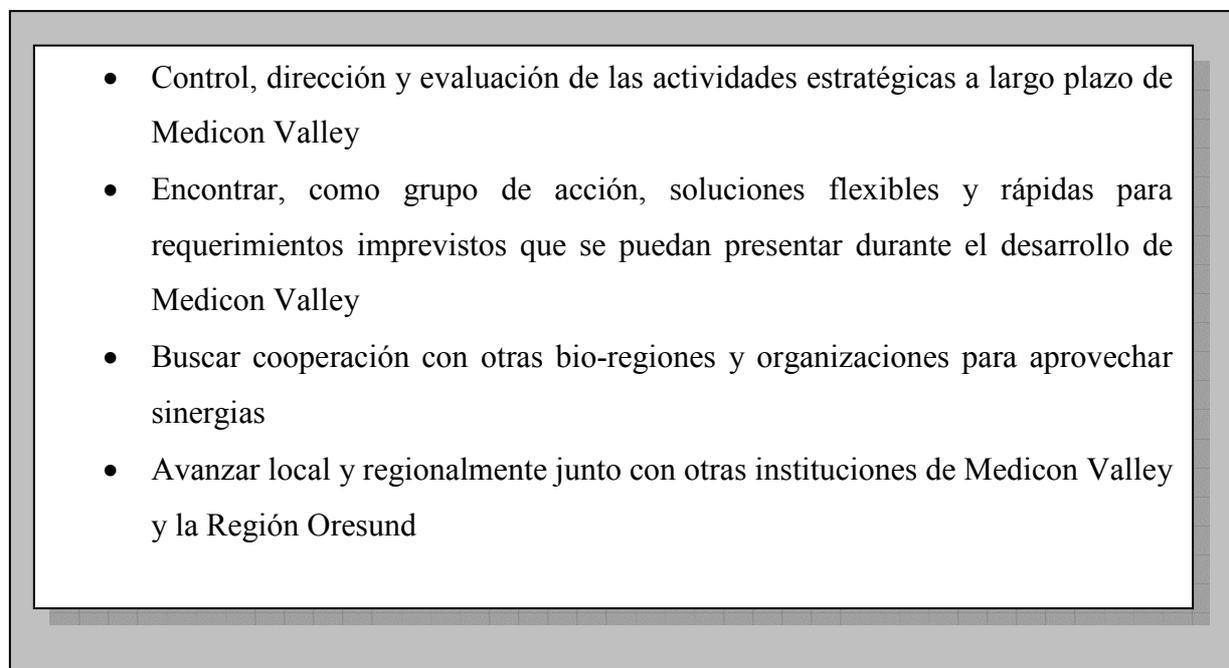
Ya se ha mencionado que numerosas organizaciones proveen una plataforma a las redes de firmas, instituciones de investigación y universidades para su formación y perfeccionamiento. El Comité Oresund, como uno de los actores importantes en este ámbito, es el foro de los distritos participantes de la región y tiene por objetivo imponer el desarrollo regional e implementar redes para el mejoramiento de la cooperación más allá de las fronteras. Otras áreas de acción se encuentran en la iniciación de proyectos propios en los sectores de comercio, mercado laboral, comunicación e infraestructura, investigación, educación, cultura, medio ambiente, zona del Mar Báltico e información. La función de control y supervisión la comparten el ministerio Sueco de Asuntos Exteriores y la Administración Regional de Escania, así como el Ministerio Danés de Economía y Medio Ambiente y la Administración Regional de Copenhage. El Comité Oresund asumió además la responsabilidad de la secretaría del programa en el marco del Programa *Interreg IIIA* de la Unión Europea (ZENIT [2008]:10).

Otro actor del desarrollo regional es la Red Oresund (*Oresund Network*). Este emprendimiento con sede en Malmö fue fundado a raíz del empeño del Ministerio de Economía de Dinamarca, del Ministerio de Asuntos Exteriores de Suecia, de la Región de Escania y de la Administración Regional de Copenhage. Sus áreas de trabajo son la coordinación de actividades de marketing e información de la Región Oresund, el desarrollo continuo de un perfil claro y la implementación de una red regional como intercambio de lugar mutuo.

Una institución que merece mención es la alianza *Medicon Valley Alliance* (MVA). Esta se fundó en 1997 como organización-red regional y binacional para apoyar adecuadamente al desarrollo e integración del cluster de Medicon Valley. La mayoría de las empresas biotecnológicas y las orientadas a la medicina, al igual que todas las universidades y organizaciones de salud de la región, son miembros de la “Academia” y la financian. Esta

funciona como organización sin fines de lucro y está representada en las ubicaciones Copenhage y Lund.

**Fig. 30: Tareas de “Medicon Valley Alliance”**

- 
- Control, dirección y evaluación de las actividades estratégicas a largo plazo de Medicon Valley
  - Encontrar, como grupo de acción, soluciones flexibles y rápidas para requerimientos imprevistos que se puedan presentar durante el desarrollo de Medicon Valley
  - Buscar cooperación con otras bio-regiones y organizaciones para aprovechar sinergias
  - Avanzar local y regionalmente junto con otras instituciones de Medicon Valley y la Región Oresund

Fuente: ZENIT ([2008]:12).

Entre las medidas concretas de *Medicon Valley Alliance* están la realización de conferencias, seminarios y talleres sobre interrogantes biotecnológicas y medidas de cualificación en el área biotecnológica (Programas de doctorado, licenciaturas en gestión de biotecnología). La página web “[www.mva.org](http://www.mva.org)” es el portal central de información y red del cluster. a lo que se suman extensas actividades de marketing para el medicon Valley

Los actores *Copenhagen Capacity* y *Position Skåne* son organizaciones financiadas por fuentes públicas y asesoran a las empresas extranjeras sin costo al momento de establecer sus primeros contactos y actividades en Medicon Valley. Ambas instituciones son apoyadas por algunas empresas de Medicon Valley.

**Fig. 31: Tareas de Copenhagen Capacity y Position Skåne**

- Dar informaciones generales y específicas sobre posibilidades empresariales en Medicon Valley
- Establecimiento de contacto con posibles socios de cooperación en la industria y con instituciones de investigación de la región
- Establecimiento de contacto a sociedades de capital y otros inversionistas
- Soporte durante y después del establecimiento de las primeras relaciones de negocios en Medicon Valley.

Fuente: ZENIT ([2008]:12).

También en el nivel nacional importantes actores que están inmersos en el desarrollo de Medicon Valley y apoyan el proceso del cluster deben ser mencionados. Aquí destaca la Agencia Sueca de Desarrollo de Negocios (Swedish Business Development Agency - NUTEK), la que como agencia de promoción económica contribuye al fortalecimiento de empresas nuevas y en crecimiento proporcionando información y asesoramiento. Además, la Agencia Sueca para Sistemas de Innovación (Swedish Agency for Innovation Systems - VINNOVA) fomenta crecimiento sostenible a través del financiamiento de I&D y desarrollo de sistemas de innovación efectivos. La tarea de una otra institución, la “Agencia Invierta en Suecia” (Invest in Sweden Agency - ISA), consiste en atraer inversiones extranjeras y apoyar activamente a firmas que se interesan en un asentamiento. El Instituto Tecnológico Danés trabaja en el área de aprovechamiento mejorado de sinergias que resultan de la interacción mutua entre la investigación, negocios y publicidad en la región. Finalmente, entre las empresas hay que mencionar a la firma farmacéutica “NovoNordisk” que tiene un rol central en el apoyo al proceso del cluster (ZENIT [2008]:13).

En cuanto a las estructuras de redes en el cluster, se puede resaltar las muestras concretas de trabajo descritas a continuación. El Comité Oresund da la guía política y línea de desarrollo para la región Oresund. La Red Oresund (*Oresund Network*) fija estas directrices en la región (generalmente en lo que concierne al marketing) y mantiene contacto con las empresas. La Alianza Medicon Valley cuida de los intereses de sus miembros (universidades y empresas) en el marco de el desarrollo continuo del cluster. *Copenhagen Capacity y Position Skåne*,

como instituciones de apoyo económico, mantienen contacto directo con firmas que están pensando establecerse en Medicon valley o buscar contacto con empresas de allí. Los parques científicos son responsables por la dotación de infraestructura adecuada para empresas en etapa de *Start-up* y facilitan contacto bilateral entre firmas.

El núcleo de la región lo constituyen empresas de las industrias biotecnológica y farmacéutica, algunas de las cuales entran a la escena del cluster de manera creativa. Fuera de ello, empresas de servicios están también presentes. Las universidades posibilitan a las empresas acceso a los resultados actuales de las investigaciones y ponen a disposición mano de obra cualificada bien educada. Más allá de eso, las universidades de ciencias aplicadas son de especial importancia para la formación de *Spin-offs*. Lo mismo tiene validez para los institutos de investigación que además cumplen la función de intersección entre universidades y empresas. Las clínicas, las que mantienen estrecho contacto con universidades e instituciones de investigación, hacen posible pruebas y aplicación de los resultados de las investigaciones. Finalmente, hay que mencionar la importancia de los inversionistas que ponen el capital necesario a disposición de las empresas (ZENIT [2008]:15).

Entre los factores de éxito en la historia de Medicon Valley está la presencia de cuatro grandes consorcios farmacéuticos en la región. “Lundbeck”, “Novo Nordisk”, “LEO Pharma” y “AstraZeneca” poseen posiciones de liderazgo en sus segmentos de mercado y lideran las instituciones de investigación del cluster con cerca de 4.000 trabajadores y una cifra anual de negocios de \$ 1.000 millones en I&D. El alto grado de cooperación e interacción entre las instituciones mencionadas cuenta como una fortaleza adicional de Medicon Valley, el que por este motivo debe ser señalado como cluster y apunta a la fundamental estrecha cooperación entre investigación básica académica, aplicación empresarial y fomento público<sup>53</sup>.

Sin embargo, hay que mencionar que a esta cooperación que traspasa fronteras le aguardan ciertas dificultades. Entre estas están las altas tasas por el uso del Puente de Oresund, diferentes monedas, diferentes marcos legales para asuntos empresariales y de investigación o, por último, diferentes sistemas de aseguramiento (ZENIT [2008]:18-19).

---

<sup>53</sup> Boston Consulting Group (2002:22)

### 2.3.3 Valoración de clusters

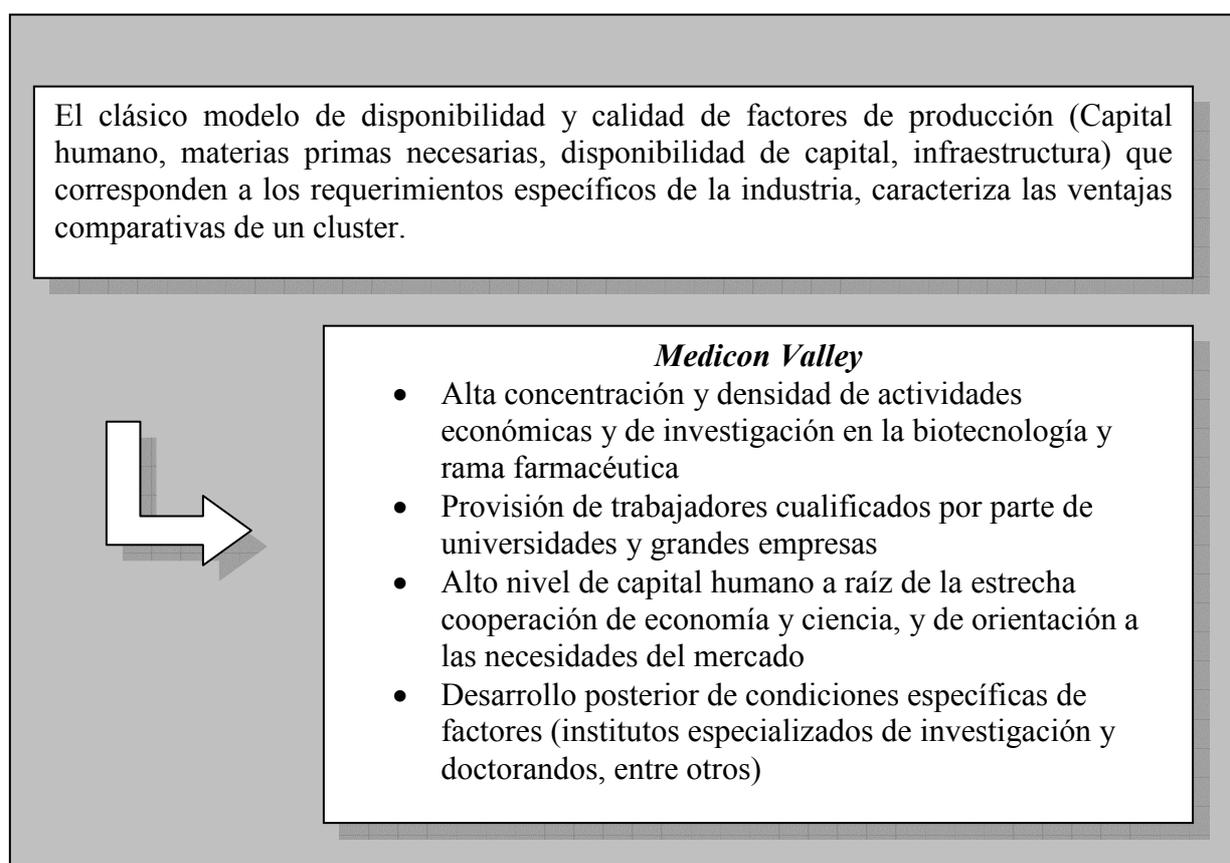
Para examinar las ventajas competitivas de los clusters regionales y su valoración tomando como ejemplo a Medicon Valley, se adoptará a continuación el modelo del “Diamante de Porter” (1990). La capacidad de las empresas asentadas para innovar continuamente es fundamental para el logro y conservación de las ventajas competitivas nacionales, de acuerdo a Porter. Un sistema dinámico de factores mutuamente influyentes (el Diamante de Porter) toma parte en esta capacidad de manera decisiva. Entre estos factores están las (1) condiciones de los factores, (2) las condiciones de la demanda, (3) sectores relacionados y de apoyo, y (4) la estrategia, estructura y competencia de las empresas. Factores externos adicionales como el azar y las instituciones estatales también están presentes. Por una parte, clusters pueden ser entendidos como una faceta específica del Diamante de Porter (sectores relacionados y de apoyo), la que se caracteriza por el entrelazamiento de áreas económicas separadas. Por otra parte, los clusters pueden ser analizados como manifestación de las interacciones entre las diferentes facetas del Diamante de Porter (Schramm-Klein 2005:543-544).

1. **Condiciones de los factores:** Estas son influidas por los factores de producción (capital humano, recursos naturales e infraestructura) y por la eficiencia con la que estos son empleados. Si el empleo de estos factores es ineficiente, éstos migrarán a regiones y sectores que los emplean más productivamente.
2. **Condiciones de la demanda:** Un creciente nivel de aspiraciones por parte de los consumidores en una economía aumenta la presión sobre las empresas para mejorar su competitividad constantemente, a través de productos innovadores y alta calidad, entre otros.
3. **Sectores relacionados y de apoyo:** Estos se refieren a los sectores que proporcionan los bienes y servicios a las áreas claves antes y después de la producción. Estos sectores son precondition para la formación del cluster. A través del rápido y eficiente acceso a los insumos y de la cercanía espacial a los canales de distribución, las tendencias son reconocidas más rápidamente y nuevas tecnologías son desarrolladas en menor tiempo.
4. **Estrategia, estructura y competencia de las empresas:** Una característica común de las economías más competitivas es una fuerte competencia entre las firmas nacionales. Esta presión competitiva exige aumento de la productividad e

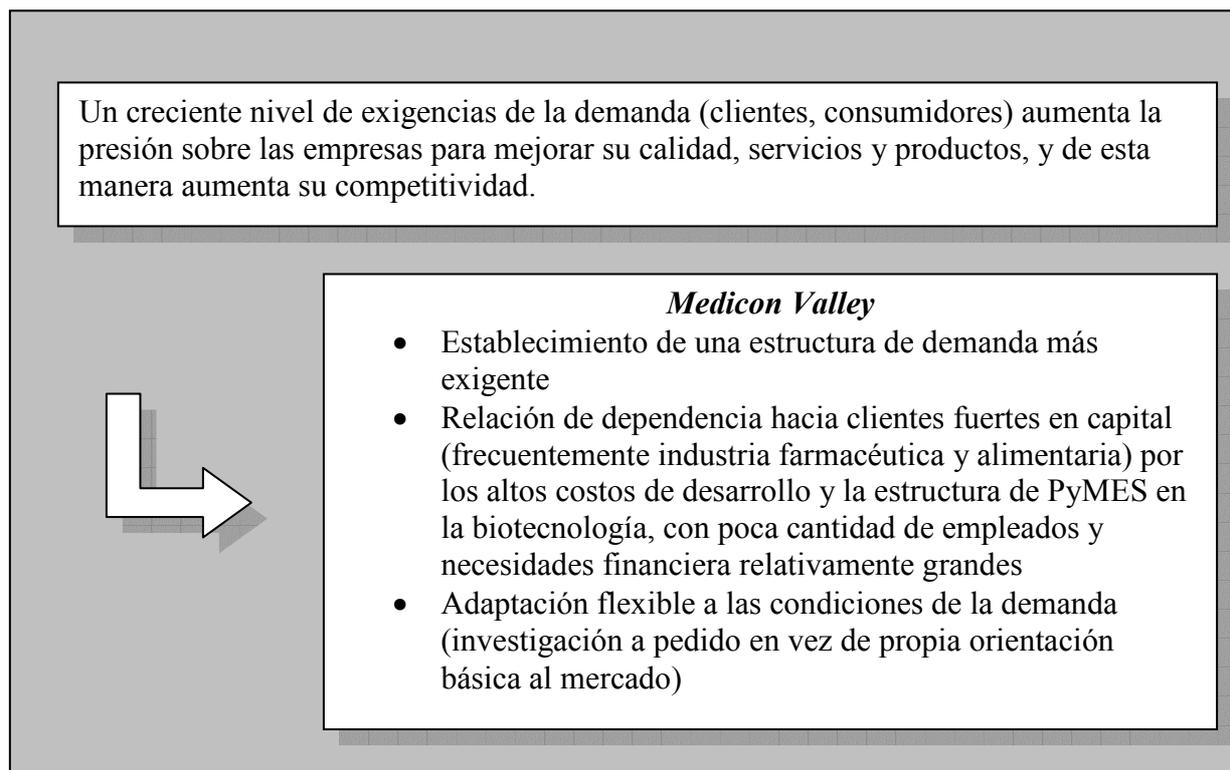
innovaciones en las empresas. Así, a menudo la competencia anónima puede desembocar en rivalidades concretas y batallas, sobre todo cuando los competidores están concentrados espacialmente, cuando las ventajas de la ubicación espacial se suprimen y las empresas se ven forzadas a desarrollar ventajas más dinámicas.

Entre los factores externos **azar** y **Estado** están incluidas las intervenciones de las políticas de Estado en el mercado, como también influencias exógenas e imprevisibles (Meyer-Stamer 2000).

**Fig. 32: Análisis de las condiciones de los factores**

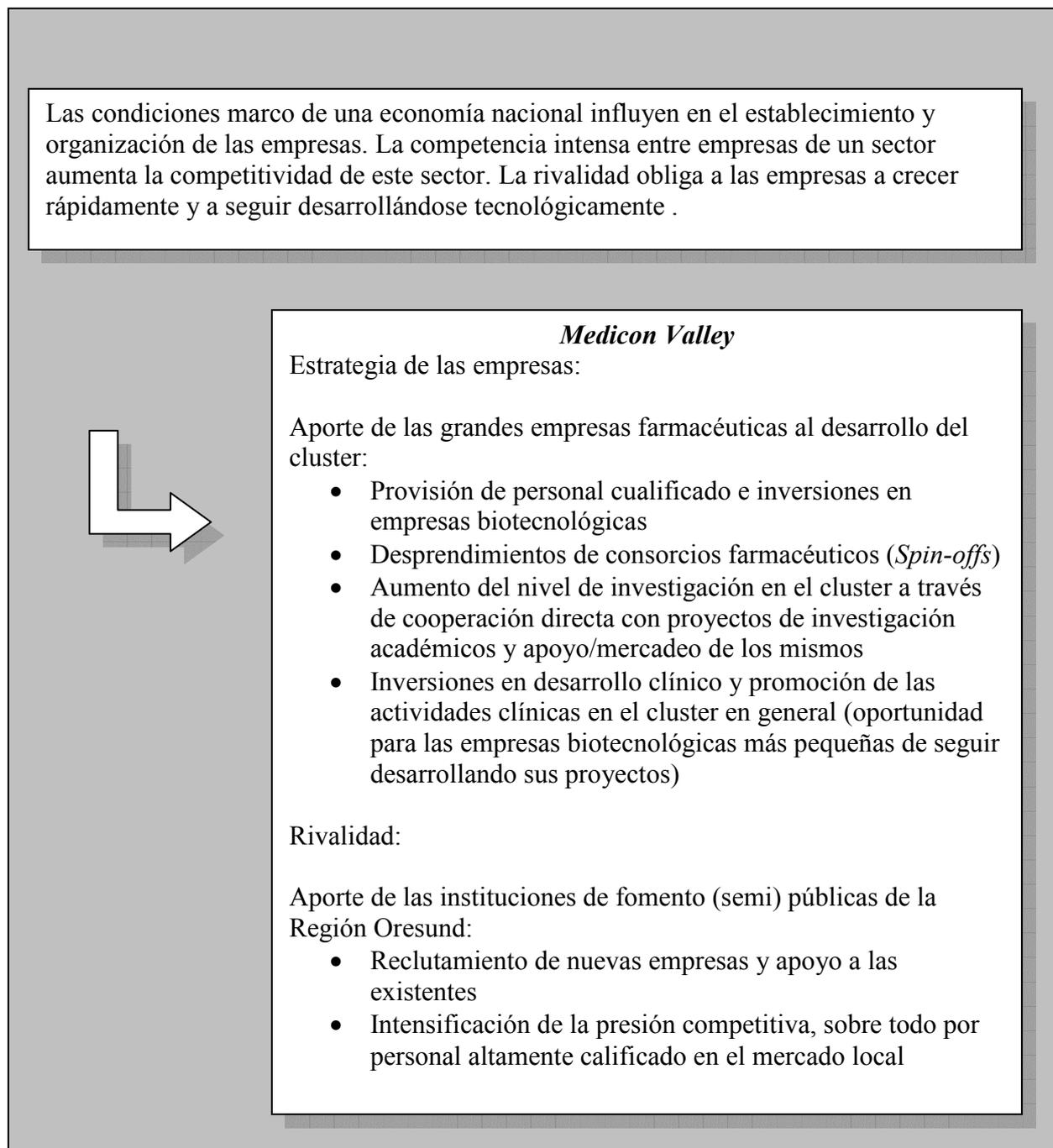


Fuente: ZENIT ([2008]:20).

**Fig. 33: Análisis de las condiciones de la demanda**

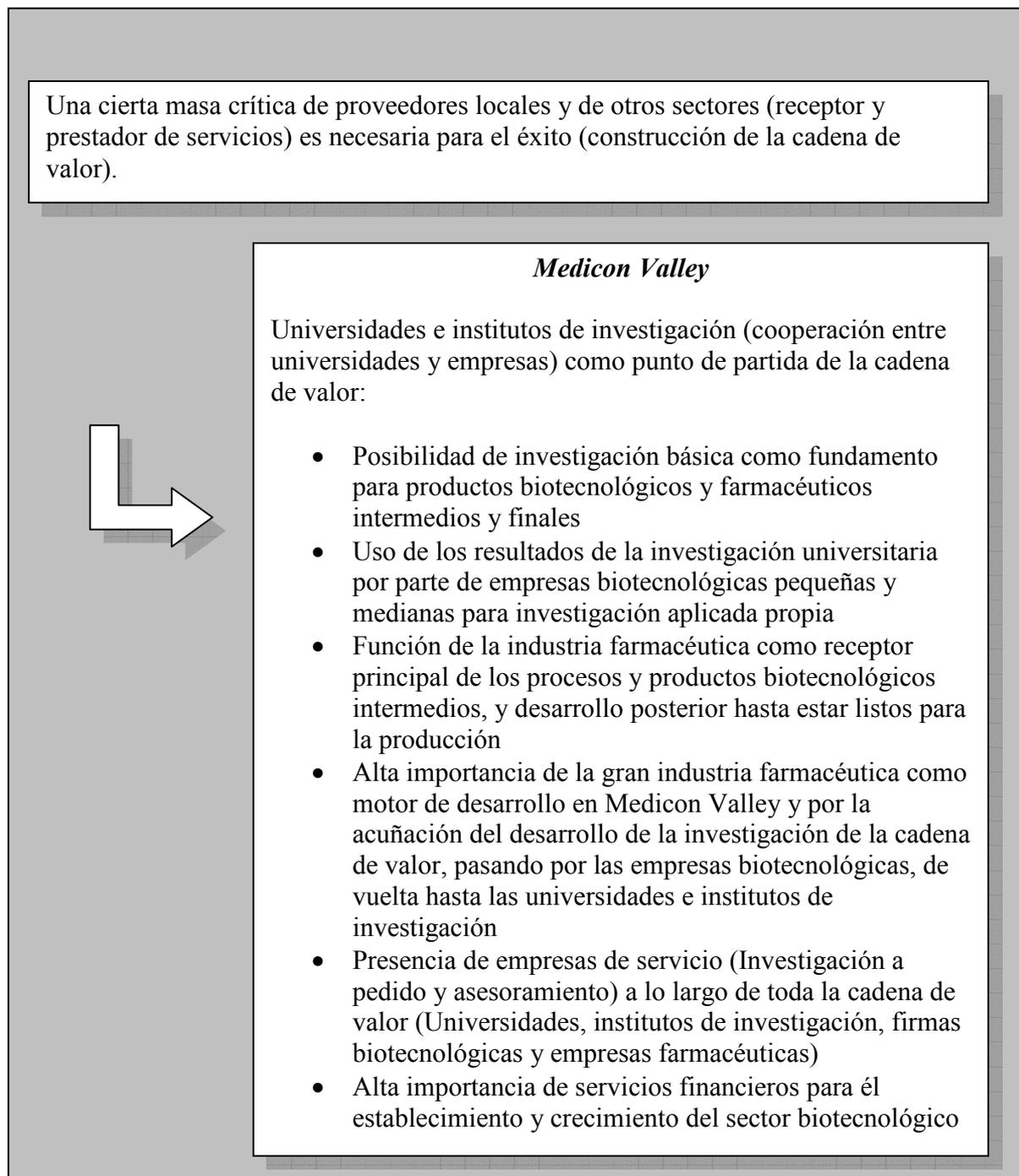
Fuente: ZENIT ([2008]:20-21).

**Fig. 34: Análisis de estrategias de las empresas y rivalidad**



Fuente: ZENIT ([2008]:21-22).

**Fig. 35: Análisis de las industrias relacionadas y proveedores**



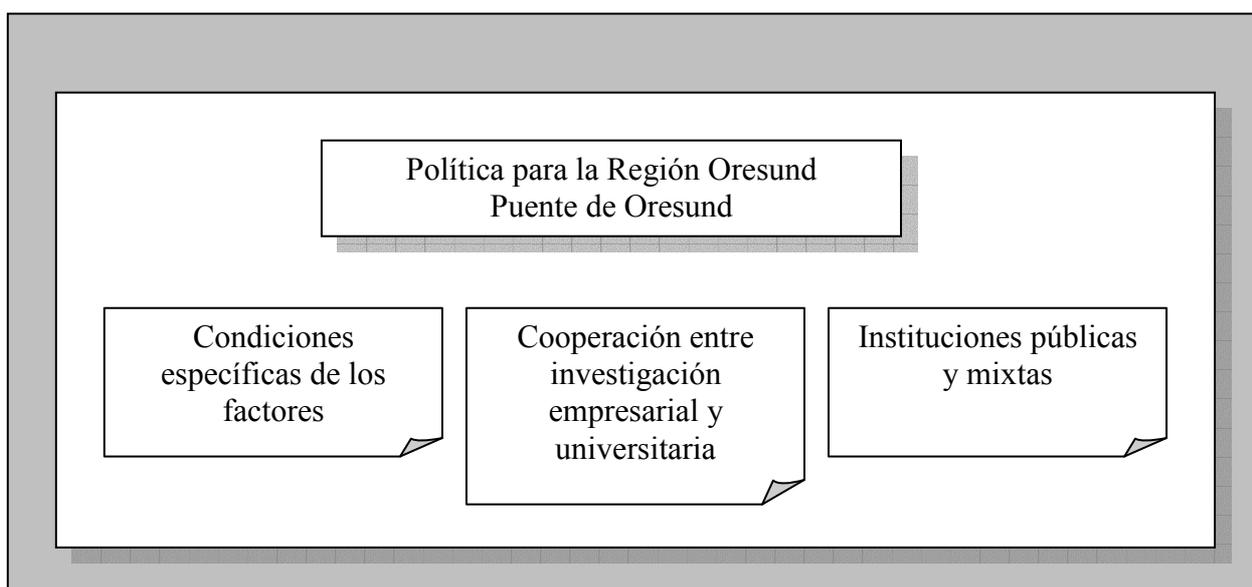
Fuente: ZENIT ([2008]:22-23).

### 2.3.4 Resumen

Medicon Valley es un ejemplo de clusters de biotecnología y farmacéutica de importancia internacional. El elevado número de empresas biotecnológicas y farmacéuticas que investigan, un capital humano altamente calificado, el distinguido ambiente académico y una

serie de instituciones de apoyo, logran en la región atractivas y prometedoras condiciones para el desarrollo del cluster. Como se pudo ver, se debe reconocer también el particular rol que juegan las grandes empresas farmacéuticas. A partir de la producción de fármacos y en un largo periodo de tiempo, el cluster ha crecido naturalmente y hoy posee una clara concentración en pocas áreas de investigación. Esta estructura favorece la clara imagen y naturalidad hacia afuera. Una ventaja de desarrollo especial se aloja en la estrecha cooperación entre la investigación universitaria y empresarial.

**Fig. 36: Principales elementos del cluster de Medicon Valley**



Fuente: MWA ([2008:25]).

El proceso del cluster es llevado adelante por una variedad de actores a nivel nacional y regional. Más aun, organizaciones y empresas esenciales están presentes para desarrollar productos desde la investigación básica y aplicada hasta estar listos para la producción. Esta virtualmente cerrada cadena de valor regional incluye una serie de productos farmacéuticos. En este contexto, se debe destacar el aporte de las instituciones públicas y otras en “sociedad público-privada“ para una combinación que funciona. Estas organizaciones conforman la plataforma de la red regional y desarrollan el cluster más allá. También tienen gran importancia los actores políticos que apoyan la construcción de la estructura de fomento en cuanto a contenido y financieramente, y que además han hecho posible el establecimiento de un cluster que va más allá de las fronteras. No obstante, también hay que citar que el mercadeo de la región y del concepto Medicon Valley ha contribuido en alto grado al éxito del cluster (MWA [2008:24-25]).

### **3 El desarrollo de los modelos de transferencia biotecnológica en la Unión Europea**

Hacia finales de la década de los años setenta, el papel primordial de la investigación en las universidades europeas había sido enfocado más a contribuir al conocimiento y a la preservación de la cultura particular de sus naciones que al desarrollo tecnológico e industrial. El hecho de que las universidades europeas no estuvieran financiadas por fondos privados (como sucedía en ese entonces en Estados Unidos), retrasó el surgimiento de proyectos de investigación enfocados hacia el desarrollo tecnológico aplicable en la industria. Asimismo, la prohibición legal de colaboración entre facultades y empresas privadas, al igual que las predisposiciones culturales en contra de convenios académicos con temas comerciales, contribuyó al tardío establecimiento de objetivos comunes entre universidad e industria.

Desde finales de los años ochenta, la atención de Europa se ha enfocado en políticas de tecnología y transferencia de tecnología académica. A partir del “*Single European Act*” de 1987, donde por primera vez se establecieron bases legales para programas de I&D (programas marco) desarrolladas por la Comisión Europea como complemento de diversos fondos y programas nacionales, se dio inicio al fortalecimiento de lazos entre universidades y empresas, haciendo particular énfasis en la pronta obtención de resultados comerciales tangibles (Owen-Smith et. al., 2002).

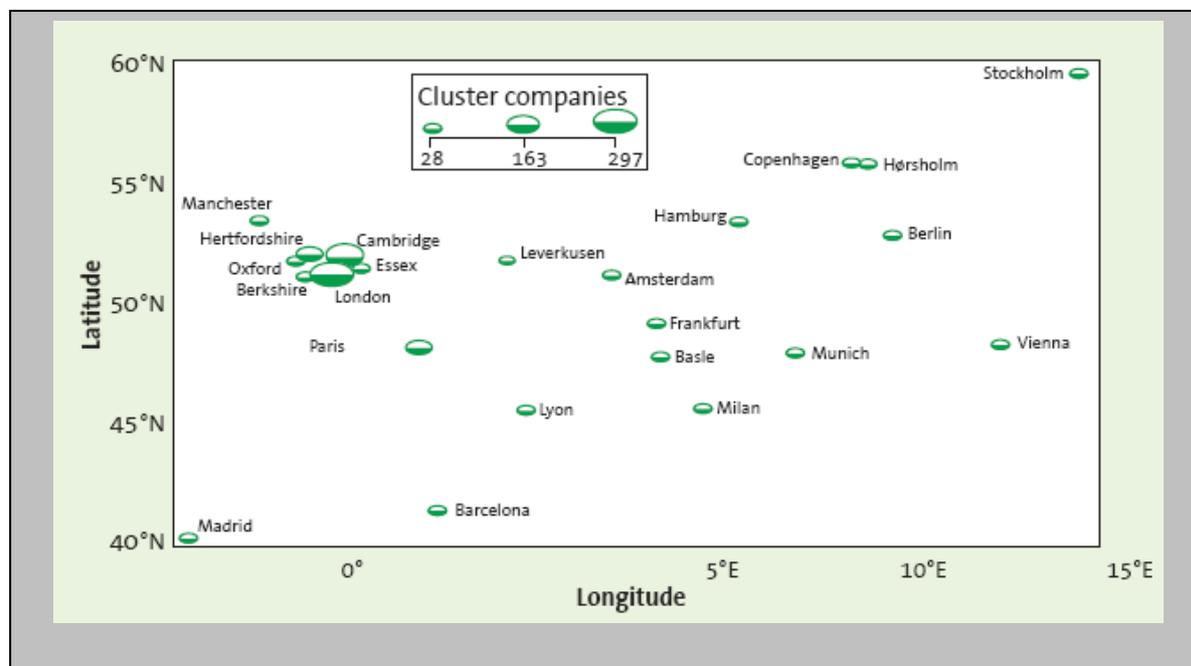
#### **3.1 Modelo de TT en Biomedicina – Biotecnología Roja**

La investigación e innovación en biomedicina tiene sus orígenes en clusters regionales, tanto en Europa como en Estados Unidos, en los que las universidades y firmas de biotecnología suelen trabajar conjuntamente mediante acuerdos de licencia, joint ventures, alianzas estratégicas y movilidad de recursos humanos.

El modelo europeo se caracteriza por contar con clusters regionales altamente especializadas en áreas específicas de la biotecnología, las cuales se relacionan con un no muy diverso grupo de instituciones públicas de investigación y abarcan un reducido número de áreas terapéuticas. Se destacan principalmente los clusters ubicados en el Reino Unido, cuyo tamaño dista bastante del de los clusters del resto de Europa (ver Fig. 37). Los institutos europeos han

desarrollado conexiones locales con empresas de biotecnología, trabajando en problemas científicos similares, mientras que los vínculos transnacionales de estos clusters regionales involucran a las grandes empresas y corporaciones farmacéuticas.

**Fig. 37: Tamaño y cercanía de los principales clusters biofarmacéuticos en Europa**



Fuente: Life Science Clusters. The magazine for pharmaceutical and bio-clusters.

La financiación de las universidades europeas es bastante centralizada, lo que se traduce en un alto grado de control jerárquico. Esto limita en alguna medida la autonomía y movilidad de jóvenes científicos como medio de transferencia tecnológica. En Alemania, por ejemplo, varios de los prestigiosos institutos Max Planck están organizados jerárquicamente alrededor de un único campo, como bioquímica, genética o inmunología.

La explosión del conocimiento en los campos de la biología molecular y genética ha generado un amplio rango de nuevas oportunidades medicinales. Debido al alto grado de dispersión que caracteriza al conocimiento científico y las habilidades organizacionales, ninguna organización ha estado en capacidad, por sí sola, de dominar y controlar todas las competencias requeridas para desarrollar una nueva medicina. El campo de la biomedicina se caracteriza, por lo tanto, por depender ampliamente de la colaboración entre universidades, institutos de investigación, nuevas firmas de biotecnología y corporaciones farmacéuticas y químicas reconocidas. En este orden de ideas, las redes de alianzas estratégicas cumplen un papel indispensable en el desarrollo de nuevos productos e innovaciones. Ejemplo de esto es

el hecho de que de las 2.800 organizaciones activas en la industria biofarmacéutica en Europa, 1.050 mantienen alianzas estratégicas con otras actualmente.

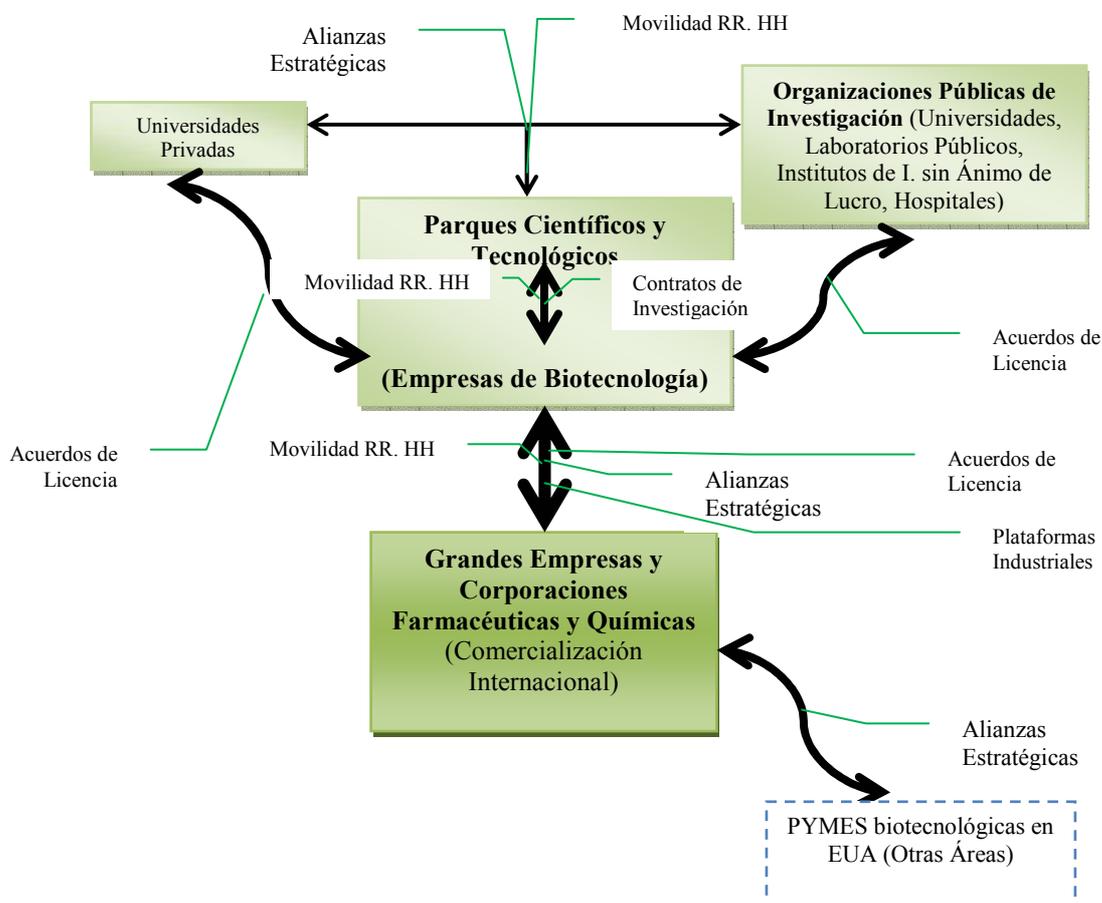
En Europa, el financiamiento tiende a ser administrado a nivel nacional, donde la forma de asignar estos fondos puede llegar a diferir bastante entre países. En muchos casos los recursos han sido distribuidos entre un gran número de “pequeños” laboratorios, o se han concentrado excesivamente en uno o dos centros de excelencia. El apoyo de recursos provenientes de varios programas europeos sólo ha cambiado parcialmente la situación.

La inclusión de la biología molecular en el sistema de enseñanza tradicional de muchos países europeos es un hecho relativamente reciente, ocurrido a finales de la década de los 90. La investigación en biología molecular ha tenido una tendencia a concentrarse entre universidades altamente especializadas y laboratorios de instituciones de investigación. Particularmente en el continente europeo, las políticas de innovación han sido destinadas a la creación de estructuras organizacionales que faciliten el manejo de la transferencia tecnológica como son los parques científicos y tecnológicos.

Como se observa en la Fig. 38, las grandes empresas farmacéuticas europeas tienen un alto grado de relación con las empresas de biotecnología, dado que cuentan con los recursos suficientes para complementar los avances científicos y para comercializar con éxito las tecnologías mediante alianzas estratégicas y acuerdos de licencia. La presencia de plataformas industriales es una herramienta cada vez más común para el fomento de transferencia de biotecnología entre estos dos actores.

Las empresas de biotecnología y start-ups suelen relacionarse estrechamente con parques tecnológicos, puesto que esto les facilita contar con la infraestructura mínima necesaria y con personal idóneo para desarrollar su investigación. Algunos parques científicos suelen facilitar personal para los laboratorios y realizar contratos de investigación en los que participan de las ganancias generadas por la comercialización que la empresa de biotecnología realiza de sus innovaciones.

**Fig. 38: Modelo típico de transferencia biotecnológica roja en la UE (Grado de relación representado por el grosor de las flechas)**



Fuente: Elaboración propia.

En la Fig. 38 también se puede apreciar que las alianzas en la biotecnología suelen ser mucho más fuertes en divisiones de trabajo verticales a lo largo de la cadena de valor que en los vínculos horizontales entre organizaciones y firmas enganchadas en actividades similares. La explicación a esta situación es que las empresas biotecnológicas suelen comportarse como agentes de negocios entre universidades y grandes empresas farmacéuticas.

La relación entre las empresas de biotecnología y las universidades e instituciones públicas y privadas es cada vez más frecuente. El principal beneficio de alianzas formales entre estas organizaciones es que permiten a las empresas de biotecnología contar con derechos sobre los descubrimientos de las universidades e instituciones de investigación. Dado que los acuerdos con universidades aumentan potencialmente su inventario de propiedad intelectual, las empresas de biotecnología con muchos acuerdos de licencia e investigación conjunta suelen

tener más tecnología por transferir a sus aliados y socios hacia abajo en la cadena (comercializadores) (Stuart et. al., 2005).

Los parques científicos y tecnológicos en Europa suelen estar altamente centralizados por proyectos públicos, por lo que el número de proyectos de investigación nuevos es bajo, motivando a las grandes empresas y corporaciones farmacéuticas a trabajar con PYMEs biotecnológicas de los EUA (ver Fig. 38) (Momma & Sharp, 1998).

### **3.2 Diferencia y complementariedad de transferencia biotecnológica roja entre la UE y EUA**

Las universidades en los EUA y Europa suelen ser comparadas con respecto a sus diferentes niveles de desenvolvimiento en el sector privado de la economía. El sistema universitario estadounidense, con su mezcla de instituciones públicas y privadas, ha jugado un papel importante en conducir investigaciones que contribuyen al desarrollo tecnológico y al rendimiento industrial. Históricamente, esta orientación al conocimiento aplicado, en la que la investigación pública y académica de alta calidad tiende a ser liderada por “metas conjuntas de entendimiento y uso”, contrastaba con el escenario europeo, donde el fin de las universidades era contribuir más al conocimiento en sí y a la preservación de las culturas distintivas nacionales.

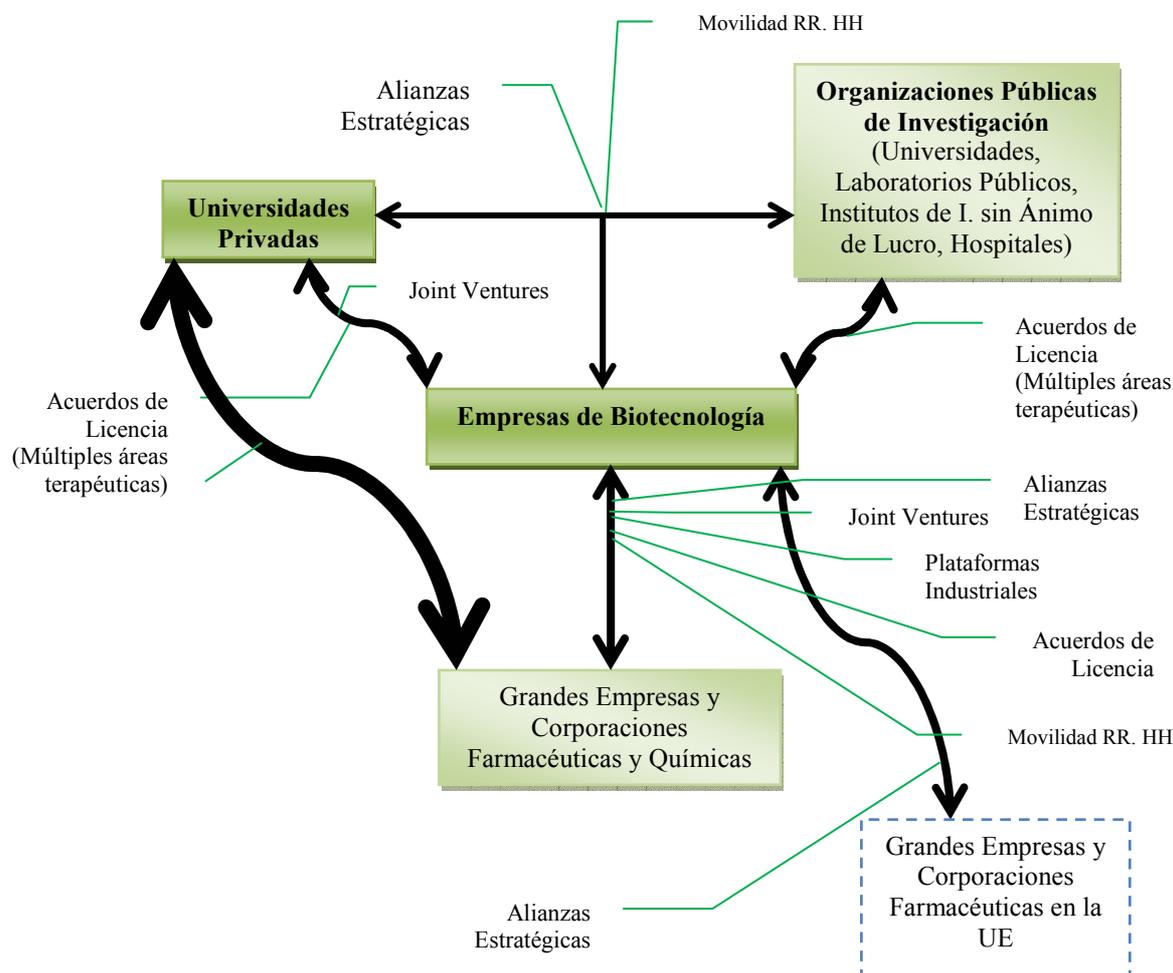
En los años 90, el surgimiento de un número de industrias clave en ciencia y tecnología, principalmente en TI y biotecnología, contribuyó enormemente al crecimiento económico en los EUA, cuyo liderazgo en algunas de estas nuevas áreas se debe principalmente al papel que universidades e institutos de investigación jugaron en el proceso. Las universidades, los centros de investigación y las pequeñas empresas de biotecnología suelen ser financiadas con un importante volumen de ingresos provenientes del sector privado, lo que promueve que sus departamentos de investigación trabajen directamente en coordinación con los departamentos de I&D de grandes empresas privadas y enfoquen sus áreas de investigación de acuerdo a las necesidades del mercado, haciéndolas mucho más diversas.

Principalmente, la relación directa entre las universidades de los EUA y las grandes empresas privadas influye en la mayor diversidad de áreas terapéuticas de investigación presentes en los EUA, pues significa un mayor acercamiento entre la investigación básica y la demanda del mercado, creando nuevos caminos para el desarrollo de nuevas medicinas.

Esta mayor diversidad de trabajos conjuntos en áreas terapéuticas de investigación entre empresas de biotecnología, universidades, instituciones públicas de investigación, grandes empresas farmacéuticas e institutos nacionales de salud promueve la creación de nuevas pequeñas empresas biotecnológica (Spin-offs), las que se encargan de cubrir la demanda de nuevos servicios en las áreas de investigación. Por lo tanto, el número de spin-offs que se deriva de la relación entre los diversos actores descritos anteriormente en la UE presenta niveles inferiores a los de los EUA.

El hecho de que la financiación y las estructuras promotoras de transferencia tecnológica (parques científicos y tecnológicos) en Europa están altamente centralizadas a través de proyectos, por lo general públicos, para promover los sistemas regionales de innovación, no permite una mayor diversidad de áreas terapéuticas de investigación presentes en las universidades, centros de investigación y las pequeñas empresas biotecnológicas. Así, se ha dificultado el desarrollo de proyectos de investigación en áreas nuevas, incrementando la tendencia de las grandes corporaciones europeas por trabajar con empresas de biotecnología ubicadas en los EUA (ver Fig.39). Como ejemplo podemos citar el caso de Bayer en Alemania, quien se salió de la tradición de crecimiento y expansión doméstica “en casa”, adquiriendo *Miles Laboratories*, una compañía farmacéutica en los Estados Unidos, estableciendo un nuevo centro de investigación en New Haven, construyendo vínculos con universidades locales como Yale y constituyendo acuerdos con nuevas empresas biotecnológicas estadounidenses (Momma & Sharp, 1998).

**Fig. 39: Modelo típico de transferencia biotecnológica roja en los EUA (Grado de relación representado por el grosor de las flechas)**



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la anterior figura, no solo hay una relación directa entre las universidades privadas y las grandes empresas y corporaciones farmacéuticas, sino que además se presenta en un grado bastante alto. Esto se debe principalmente al hecho de que existan “donaciones” directas del sector privado a las universidades, lo que se traduce en concesiones y acuerdos sin intermediación entre estos dos actores.

El sistema estadounidense es bastante descentralizado; incluso la financiación de las universidades públicas proviene de múltiples fuentes, incluyendo gobiernos nacional y estatal, fundaciones y corporaciones de apoyo, matrículas, donaciones de egresados, etc. Las universidades privadas, principalmente las de élite, son financiadas a través de generosas reservas. Esta multiplicidad de origen de la financiación reduce la necesidad de contar con

parques científicos y tecnológicos (por lo que no se han incluido en este modelo general, ver Fig. 39), dado que el bajo grado de centralización necesario para asignar los dineros para financiar proyectos los hace menos relevantes que en Europa.

Por otro lado, las empresas de biotecnología también juegan un papel de intermediario entre universidades privadas, organizaciones públicas de investigación y grandes corporaciones farmacéuticas, aunque no mediante una relación tan fuerte como en Europa, principalmente porque no existe una financiación tan centralizada bajo proyectos públicos. Las universidades privadas suelen invertir en empresas biotecnológicas mediante joint ventures (ver Fig. 39) (Jason Owen-Smith et al., 2002: 48 (1): 24).

Describir cómo funciona exactamente un sistema de transferencia tecnológica en biotecnología no es tarea fácil, porque depende de las características particulares en educación, financiación, empresarialidad, políticas de fomento, normatividad y el entorno en general que rodea al sector. Como se describió anteriormente, aunque que existen características comunes entre los países europeos, hay infinidad de variaciones que hacen de los sistemas nacionales y regionales de transferencia tecnológica modelos únicos. En las secciones siguientes se describen algunos ejemplos.

### **3.3 Modelo de transferencia biotecnológica roja de Londres**

El Reino Unido es actualmente superado sólo por los EUA en cuanto al desarrollo de negocios globales basados en ciencias de la vida. Londres es el principal núcleo en Europa por el rápido crecimiento de este sector que cada vez es más importante para la economía de este país. Londres tiene la mayor concentración de inversión en investigación de ciencias de la vida con sus 28 universidades, 55 hospitales y sedes de muchas de las compañías mundiales de ciencias de la vida relacionadas de cerca con uno de los tres principales mercados financieros del mundo.

Los gastos en biociencia relacionados con investigación en la capital son por mucho los más grandes del Reino Unido. Cerca de 70% de todo el ingreso del Servicio Nacional de Salud para investigación es gastado en Londres. Por lo tanto, la ciudad ofrece a las firmas biotecnológicas acceso a consumidores potenciales y mercados importantes. Más del 60% de todas las pruebas clínicas en Europa son conducidas en el Reino Unido, con Londres como su mayor centro.

La ciudad es hogar de una gran parte de la industria farmacéutica mundial. De hecho, el 11% del total de empleo en el sector se encuentra en Londres. Grandes corporaciones multinacionales como Pfizer, GlaxoSmithKline, Chugai Pharmaceutical (parte del grupo Roche) y Smith & Nephew están establecidas en la capital.

La Agencia para el Desarrollo de Londres (LDA) ha desarrollado la iniciativa BioLondon, que trabaja para promover las ciencias de la vida en la capital y cumple una importante función, no solo en comunicaciones entre firmas, sino también en servicios reales como es el Portal de Inversión (g2i), que brinda consultoría de alta calidad en inversión específicamente para compañías tecnológicas, y el Centro de Innovación en Biociencia de Londres. En julio de 2003, la LDA lanzó la Estrategia y Plan de Acción para las Ciencias de la Vida de Londres, los que planean desarrollar a Londres como uno de los centros líderes para investigación en ciencias de la vida, apoyando al sostenimiento de pequeñas firmas y a brindar un ambiente de negocios atractivo para grandes compañías; todo esto con la finalidad de enfrentar la tenaz y creciente competencia de otras ciudades capitales del mundo.

La falta de espacio ha sido durante mucho tiempo considerada como una barrera para el desarrollo de Londres como cluster biotecnológico. Varios esfuerzos se han realizado para solucionar este problema, y como resultado, Londres puede ahora contar con una amplia gama de facilidades. El Colegio Real de Veterinaria es dueño del Centro de Innovación en Biociencia de Londres (LBIC), el que sirve como una incubadora de empresas biotecnológicas a través de la LDA en el centro de Londres, proveyendo un recurso invaluable para *start-ups* y para pequeñas empresas. El LBIC recibe específicamente compañías biotecnológicas y de diagnóstico, proveedores de servicios y productos de ciencias de la vida, inversionistas de riesgo y pequeñas compañías farmacéuticas. Con espacios de oficina a precios razonables, salones de reuniones y laboratorios para depósito nivel 2, así como proximidad a los diferentes servicios financieros disponibles a lo largo de todo Londres, el LBIC es un buen punto de entrada para *start-ups* en Londres.

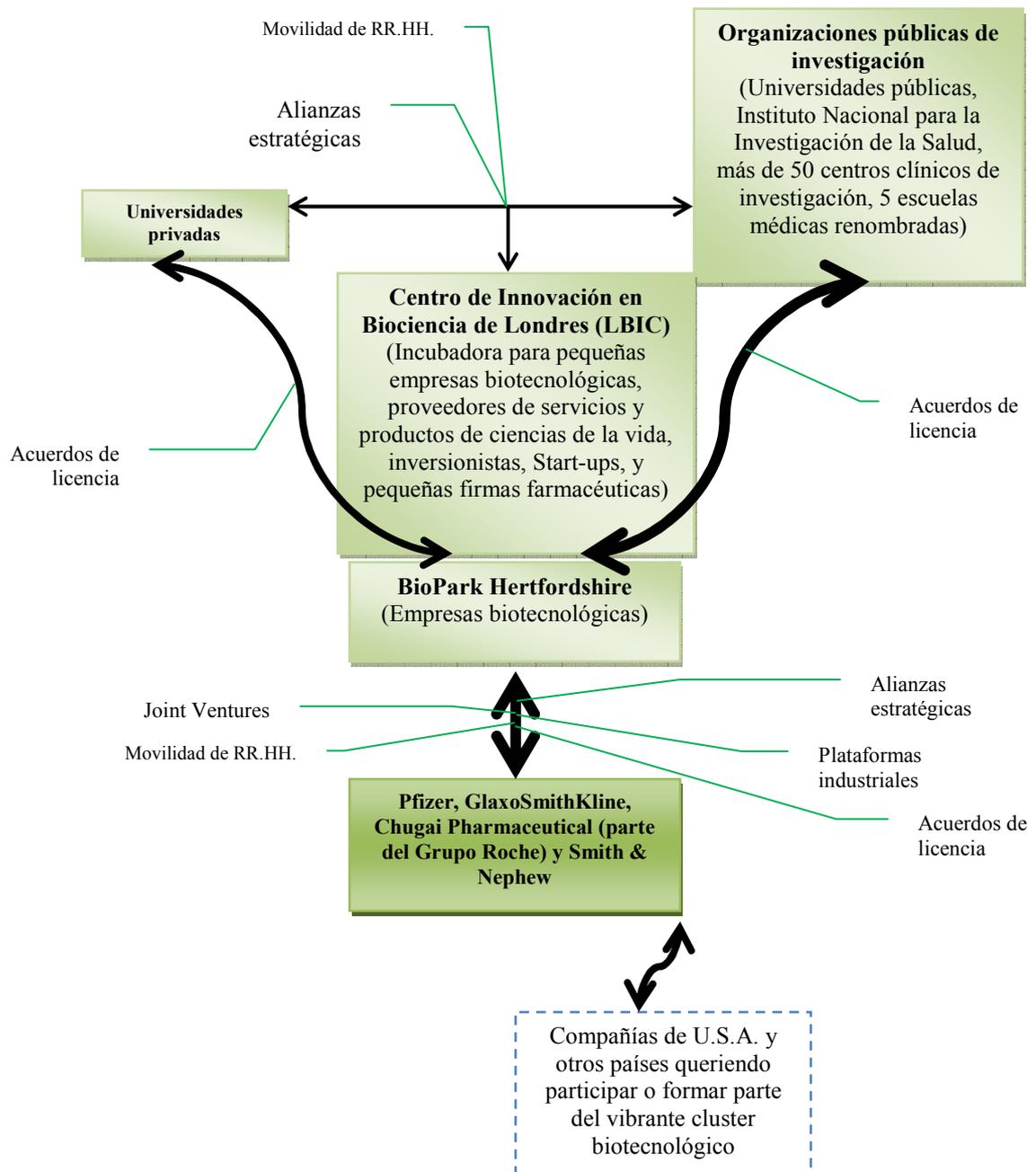
Otra herramienta para reducir la influencia de la falta de espacio y altos alquileres, como también para promover la transferencia tecnológica y *start-ups*, es el nuevo BioParque Hertfordshire en Welwyn Garden City. Ofrece 4.500 metros cuadrados de laboratorios químicos y biológicos completamente equipados. Esto significa que empresas de

biotecnología en busca de espacio para crecer pueden ubicarse allí e iniciar rápidamente su crecimiento sin mayor inversión en equipos. El BioParque dice ser flexible con sus contratos de arrendamiento y con la superficie de los laboratorios que van desde 30 hasta 180 metros cuadrados con acceso directo a oficinas. Cada laboratorio está protegido y puede ser accedido a través de la entrada vigilada. Para empresas biotecnológicas que lo requieran, el BioParque provee también servicios de soporte administrativo, y facilidades para reuniones y conferencias. Apenas a 30 minutos del centro de Londres, en lo que previamente fue el centro de investigación farmacéutica de Productos Roche, el BioParque pertenece a la Universidad de Hertfordshire y es dirigido por Exemplas. El BioParque tiene buenas conexiones de tren con Londres y Cambridge, y tres principales aeropuertos de Londres a menos de una hora de camino (“London Biotechnology”; Life Science Clusters. The magazine for pharmaceutical and bio-clusters, Spring 2007: 7-9).

Los aspectos positivos de un parque científico bien ubicado son claros. Continuas quejas acerca de los parques científicos incluyen la falta de hospitalidad para los inversores que los visitan, colaboradores y clientes. Pobres conexiones de transporte, distancias remotas de los principales centros financieros, y limitadas reservas de trabajadores son otros aspectos negativos. Teniendo esto en cuenta, es difícil imaginar cómo alguien hubiera podido diseñar un parque científico mejor que aquel que evolucionó naturalmente en Londres. Por supuesto, no es coincidencia que, como se muestra en el reciente artículo de Financial Times (‘Renovo symptomatic of biotech troubles’, por S. Davoudi, publicado el 25/03/08), 4 de cada 5 compañías calificadas por Robin Davison de Edison Investment como “en buenas condiciones”, son londinenses.

Con sus numerosas universidades líderes, escuelas médicas, compañías, inversionistas, servicios financieros y consultores profesionales, Londres es extremadamente vibrante. Las compañías estadounidenses encuentran el entorno particularmente atractivo; compañías como Amgen y Biomarin se han establecido allí recientemente. De cualquier manera, la misma masa crítica hace del sector de Londres algo más difícil de navegar en comparación con sus más pequeños clusters contrapartes.

**Fig. 40: Modelo de transferencia biotecnológica roja en Londres (Nivel de relación de acuerdo al grosor de las flechas)**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.1 Londres, un vistazo a los hechos

A continuación se muestran algunos datos que caracterizan el ambiente londinense.

- ✓ 7.3 millones de habitantes, la ciudad más grande de Europa occidental con una bien educada comunidad multilingüe
- ✓ Londres aporta con 18% al PIB del Reino Unido
- ✓ La bolsa de valores mueve aprox. \$ 637 billones diarios, y tiene el 40% del mercado global de acciones
- ✓ El mayor prestamista internacional; 20% del mercado mundial
- ✓ Más de 75% de las empresas *Fortune 500* tienen oficina en Londres
- ✓ Mayor inversión que las 10 principales ciudades europeas combinadas
- ✓ 100 empresas de biotecnología, incluyendo las más importantes empresas farmacéuticas globales
- ✓ Las empresas de biotecnología londinenses presentan € 80.000 de producción por empleado
- ✓ Más de 6.000 empleados en la industria farmacéutica
- ✓ Más de 175.000 empleados en medicina
- ✓ 28 universidades y 5 escuelas de medicina de punta
- ✓ 55 hospitales londinenses atraen £ 425 millones de ingresos anuales en I&D; 70% del total del Reino Unido
- ✓ El centro más grande para pruebas clínicas de Europa

### 3.4 Transferencia Biotecnológica roja en Basilea (Suiza)

El área de Basilea limita con Francia y Alemania, está en el centro de Europa y ha sido un centro de comercio durante por lo menos mil años. El Río Rin, que atraviesa la ciudad, fue por primera vez cruzado a través de un puente en 1225. El puente y el paso Gotthard en las cercanías de Italia, hicieron de Basilea un foco para el transporte de bienes, ideas e industrias innovativas, que junto con bancos y religión, han sido parte importante de la historia de la región.

Estando rodeados por 4 grandes países, los suizos han sabido actuar ante esta situación durante siglos a través de educación, comercio y calidad en sus productos; primero en los metales de la revolución industrial, luego en química y ahora en ciencias de la vida. No es una casualidad que las compañías farmacéuticas más grandes del mundo se ubican allí.

Basilea es la tercera ciudad suiza en población, con 180.000 habitantes en la ciudad y cerca de 460.000 en sus alrededores. Más de 30% son inmigrantes provenientes de más de 150 países.

La Basilea moderna es un núcleo de transporte avanzado, sus tres estaciones de tren, los cruces de las autopistas europeas de norte a sur y este a oeste y el aeropuerto internacional de Basilea-Mulhouse-Freiburg la hacen una de las ciudades europeas mejor conectadas para el transporte de mercancías.

El principal enfoque económico de Basilea es en las industrias química, farmacéutica y biotecnológica, incluyendo I&D y producción de alta calidad. El área es una de las más prósperas bioregiones del mundo. Las sedes de Novartis, Roche, Syngenta, Lonza, Clariant y Ciba SC, se encuentran allí. Importantes compañías comercializadoras internacionales, bancos, seguros y empresas navieras cuentan con oficinas y sucursales en la ciudad y sus alrededores.

El cluster biotecnológico de Basilea es parte de la red del super-cluster trinacional llamado “Upper-Rhine Biovalley”, región que cubre las áreas de Freiburg (Alemania), Estrasburgo (Francia) y Basilea (Suiza). Con numerosas instituciones de investigación públicas y privadas y más de 300 compañías especializadas en biotecnología y biomedicina, se constituye en un cluster de conocimiento, con enorme potencial de crecimiento y desarrollo. La iniciativa de BioValley fue fundada por el profesor Georg H. Endress en 1995, incluyendo a BioValley Alsacia (Francia) y BioValley Alemania.

### **3.4.1 Investigación en ciencias de la vida BioValley**

La estructura del BioValley Life Science Research, consiste de 4 universidades con un total de 70.000 estudiantes y 40 instituciones activas en el campo de las ciencias de la vida, incluyendo a Biozentrum, Friedrich Miescher Institute for Biomedical Research (FMI), Universität Basilea, Universität Freiburg, Universitätsklinikum Freiburg y la Université Louis Pasteur en Estrasburgo. Estos centros educativos suman más de 5.000 profesores. Las relaciones con estos centros educativos de alta calidad son sólidas y productivas, particularmente con la Universidad de Basilea. Como resultado hay una gran cantidad de *spin-offs* como son Actelion, Arpida, Basilea Pharmaceutica y Speedel. Una clave para este desarrollo es el Basel Biotech Centre, parte del programa de Prioridad Suizo en

Biotecnología, el cual maneja importantes aspectos de biotecnología, tales como Biosafety Research y Technology Assessment (BATS), información y comunicación y transferencia de tecnología, particularmente de la Universidad de Basilea.

### **3.4.2 La Plataforma Biotech de Basilea**

Fue establecida para aumentar la comercialización de invenciones biotecnológicas y biomédicas. Representa una iniciativa conjunta de la Universidad de Basilea, la Universidad de Ingeniería Aplicada de Basilea, la Cámara de Comercio y el Area para el Desarrollo de Negocios de Basilea. Provee asistencia en cualquier tema relacionado a redes y transferencia de tecnología, incluyendo start-ups.

Hay 45 inversionistas potenciales en el área, con los que la Agencia para el Desarrollo de Negocios de Basilea tiene contactos. Éstos incluyen expertos globales como Novartis Venture Fund o BioMedInvest, entre otros. El fondo semilla EVA, juega un papel regional en la oferta de soporte financiero. Fundado en 1996 por dos bancos de Basilea, Basler Kantonalbank y Basellandschaftliche Kantonalbank, EVA apoya con consultoría, entrenamiento y soporte financiero. Ya ha invertido en 14 compañías y en vez de agregar costos durante la fase de inicio, la compañía busca beneficiarse a partir de utilidades futuras a través de acuerdos de licencia. Así mismo, la Agencia para el Desarrollo de Negocios de Basilea tiene acceso a una red de más de 110 proveedores y consultores en la región, ayudando a solucionar problemas para compañías miembro de acuerdo al crecimiento de los negocios. Infraestructura y facilidades indicadas para operaciones en biotecnología y biomedicina han sido ampliamente desarrolladas en el área de Basilea por algún tiempo. La Agencia para el Desarrollo de Negocios de Basilea está bien equipada y tiene la capacidad de asistir y brindar soporte para la reubicación de compañías, especialmente en la identificación y búsqueda de locaciones adecuadas a lo largo de su crecimiento.

La influencia de industrias locales, servicios, educación básica y especializada y alta calidad de vida aumentan la calidad de la mano de obra, la que por lo general es altamente calificada, de mente abierta y orientada internacionalmente. El número de personas que hablan al menos tres idiomas (alemán, inglés y francés) está muy por encima del promedio europeo. La fuerza laboral local suma 600.000 trabajadores dedicados y leales, donde las huelgas son prácticamente inexistentes. Pese a no ser miembro de la Comunidad Europea, esta área de Suiza emplea aproximadamente a 50.000 personas de las áreas fronterizas en Francia y

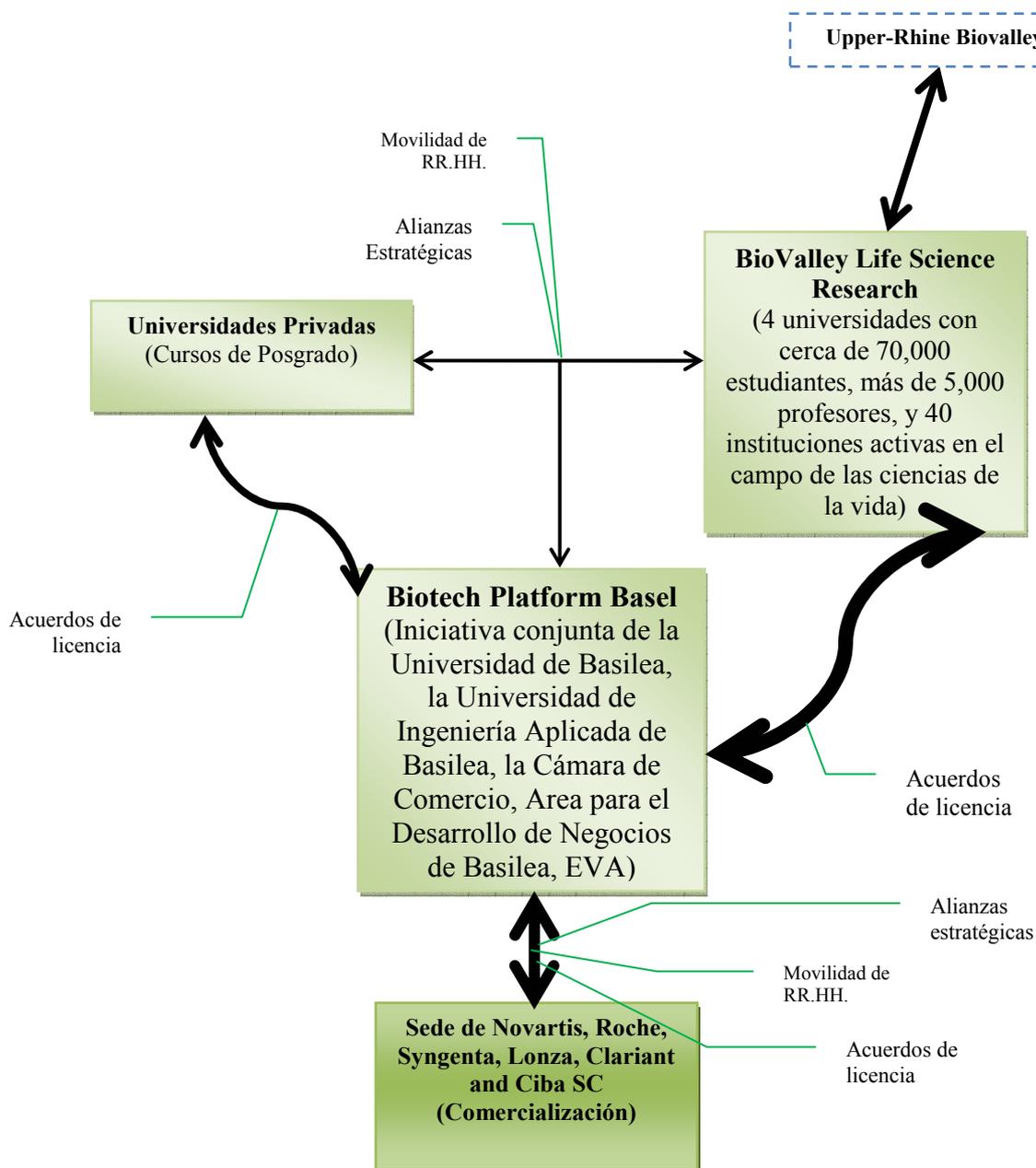
Alemania, las que cruzan la frontera día a día para trabajar en Basilea y sus alrededores sin ninguna restricción laboral.

### **3.4.3 Bajos impuestos, alto crecimiento**

En el área de Basilea, el nivel de impuestos para negocios está por debajo del promedio suizo y de áreas metropolitanas similares como Zurich y Ginebra. La tasa de impuestos ordinaria para utilidades netas es de 26% aproximadamente; bastante competitiva con el resto de Europa.

La biotecnología contribuye con el 31,2% del Valor Agregado Bruto de la región. Hay cerca de 10.000 personas empleadas en investigación en el área de Basilea. El crecimiento del cluster de Basilea en los primeros 10 años ha sido del 12% en PIB y 5% en empleo. El promedio de crecimiento real es de aproximadamente 7% al año.

**Fig. 41: Modelo de transferencia biotecnológica roja en Basilea, Suiza (Nivel de relación de acuerdo al grosor de las flechas)**



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Este gráfico busca resumir la situación, no debe entenderse como una descripción completa.

### 3.4.4 Caso de start-up en Basilea

Un caso típico de *start-up* en Basilea es el de 4-Antibody, una empresa fundada por el Dr. Ulf Grawunder, Dr. Dirk Haasner y el Prof. Fritz Melchers en Diciembre de 2002. 4-Antibody posee una plataforma única de desarrollo de anticuerpos humanos que fue creada por el equipo. La organización está orientada a explotar su plataforma 4mAb™ especializada en mejorar anticuerpos existentes y descubrir nuevos. La finalidad es desarrollar productos para combatir enfermedades infecciosas y enfermedades inflamatorias auto-inmunes.

El Dr. Grawunder fue el líder del proyecto en el instituto para Inmunología de Basilea y en el Departamento de Inmunología de la Universidad de Basilea, hasta que tomó su posición ejecutiva en 4-Antibody Ltd. en 2003. La compañía emplea 17 personas y ha completado un acuerdo de financiación Serie A por \$ 18.5 millones a través de socios de riesgo, socios en ciencias de la vida, BioMedinvest y otros. Este financiamiento será utilizado para acelerar el descubrimiento y desarrollo de anticuerpos monoclonales.

Hasta el 2006, la compañía tenía 15 patentes registradas y 10 pendientes. Además, había sido listada entre las 100 principales compañías privadas. El Dr. Grawunder dijo, que la decisión de lanzar la compañía en Basilea le permitió tener un apoyo excepcional del entorno universitario, así como de las autoridades, lo que a su vez hizo posible su rápido desarrollo (Life Science Clusters. The magazine for pharmaceutical and bio-clusters. Spring 2007: 25-27).

### 3.5 El cluster de Marsella (Francia)

Comprende un area de cerca de 30 km en la PACA (Provence –Alpes-Côte-d’Azur) región en el sur de Francia. El cluster es aun relativamente joven y, por lo tanto, no tiene el mismo nivel de desarrollo que los clusters de Londres y Basilea.

Marsella tiene más laboratorios que cualquier otro departamento en Francia, excluyendo a París. Estos pertenecen a grandes organizaciones públicas de investigación (Provence Promotion biotechnology companies France Europe biomedical research):

- ✓ CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique o Centro Nacional de la Investigación Científica),

- ✓ INSERM (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale Instituto Nacional de la Salud y la Inversigación Médica),
- ✓ Universidades del Mediterraneo y Aix-Marseille III,
- ✓ Instituto de la Armada para Medicina Tropical (Institut de Médecine Tropicale du Service de Santé des Armées),
- ✓ CEA (Commissariat à l'Energie Atomique o Comisión para la energía Atómica),
- ✓ IFR (Instituts Fédératifs de Recherche – Institutos Federativos de Investigación) que incluye varios laboratorios trabajando en el mismo tema en el mismo lugar.

En Marsella se identifican claramente 12 firmas dedicadas a la biotecnología (DBF por sus siglas en inglés), de las cuales 11 son locales y 1 extranjera, en las que se da ocupación a más de 400 empleados (L'environnement Recherche de Centrale Marseille).

El principal núcleo del cluster ha sido el grupo de Hospitales Universitarios de Marsella y las facultades relacionadas (medicina, farmacéutica, biología, etc.). Desde 1968, las ciencias de la vida han sido desarrolladas en el fuerte ambiente académico de Marsella, y en particular en el parque científico de Luminy.

El primer signo visible de la creación del cluster, apareció en 1982 a partir del Centro de inmunología de Marsella-Luminy, o CIML (Centre d'Immunologie de Marseilles–Luminy), cuando Immunotech (un DBF) fue creado por algunos investigadores para diseñar, desarrollar y fabricar reactivos basados en anticuerpos monoclonales para investigación y diagnóstico.

Esto fue un importante evento en el ambiente académico y de investigación francés, porque esta clase de *spin-offs* era desconocida entonces. La aventura se convirtió en éxito y generó considerable interés y atención de parte de los negocios y la academia.

Pese a los aspectos positivos de este primer modelo, no hubo inmediatos seguidores. Immunotech, sin embargo, siguió con su crecimiento buscando apoyo financiero adicional. Como resultado, en 1997 la compañía se convirtió en subsidiaria del American Group Coulter que, en su momento, emergió en 1997 con el Beckman Group, convirtiéndose en el Beckman–Coulter Group. Los fundadores de Immunotech decidieron lanzar un Nuevo *start-up*: Trophos, manteniendo de esta manera su autonomía y capitalizando en su primer éxito; algunos de los antiguos directores y científicos le siguieron, creando dos nuevas empresas

DBF en 1999: Innate Pharma and Ipsogen. Immunotech, aunque de alguna manera estaba “fuera del grupo” porque su propio centro gravitacional fue desplazado, indirectamente le dio un Nuevo impulso a la dinámica del cluster.

Mientras tanto, el interés por la biotecnología continuó hasta el presente y un enfoque más activo en los años recientes permitió la creación de un número de dinámicos *start-ups*, mostrando que el área tiene el potencial para producir resultados conjuntos. Además, estas compañías con un amplio foco en biotecnología, ubicadas en el área cercana a la ciudad de Marsella, centros de prueba clínicos y centros compartidos de facilidades animales emergieron apoyando el desarrollo del cluster mismo.

La actual vitalidad del sector en el área y el interés global por el mercado de la biotecnología han llevado a algunas instituciones locales importantes a apoyar una nueva iniciativa para incluir actores locales en el área de la biotecnología, dentro de un cluster verdaderamente dinámico. La Asociación Gran Luminy, el CCIMP (Cámara de Comercio e Industria de la Provincia de Marsella) y un “club” económico (el GT8—Groupe de Travail 8), junto con “Provence-Promotion” (Agencia Departamental de Desarrollo económico), se unieron a una iniciativa de asociación y patrocinaron un equipo de trabajo para organizar reuniones con los actores involucrados y producir un estudio de oportunidad para el futuro desarrollo del cluster.

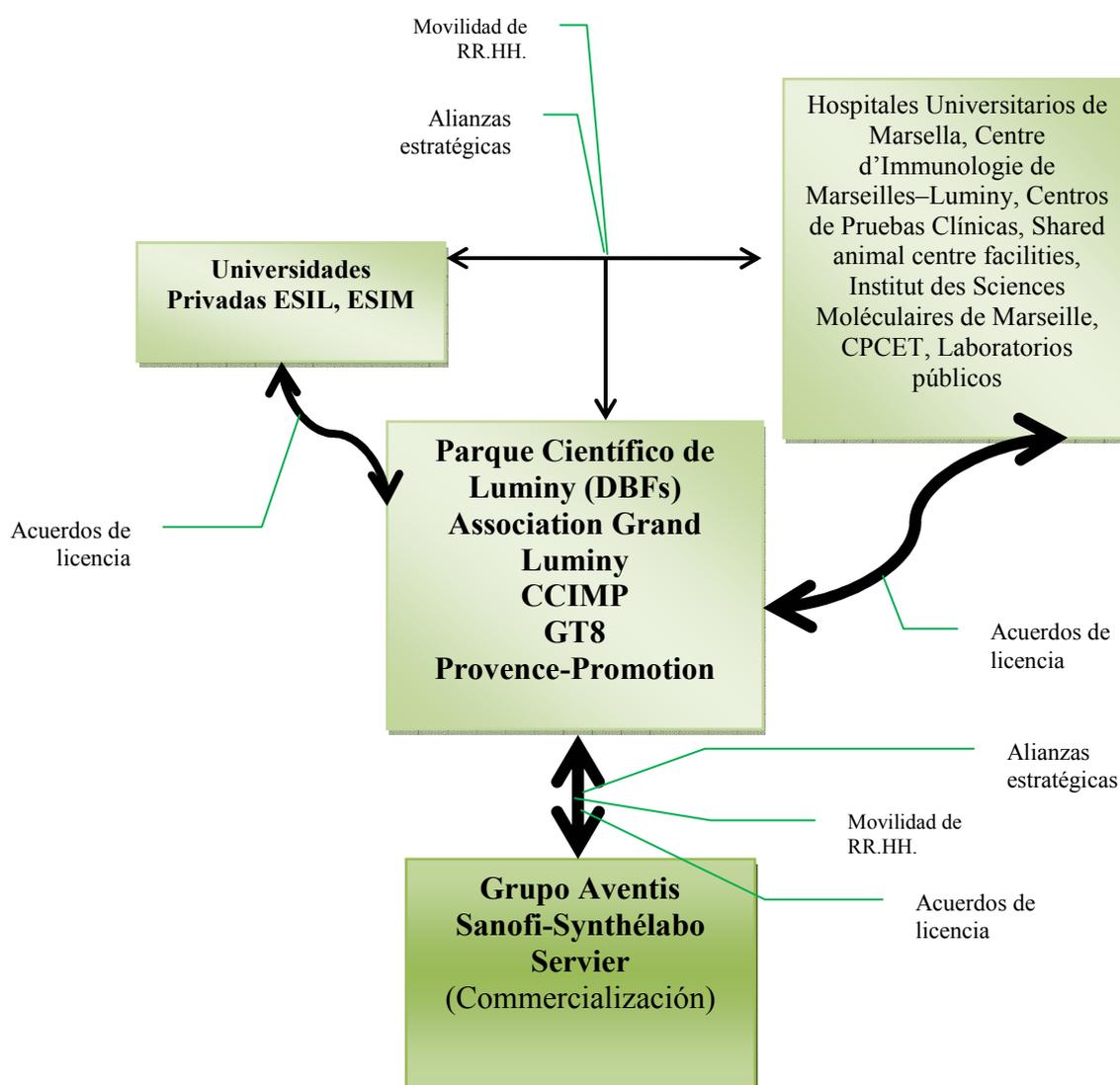
Universidades privadas como la “Ecole Supérieure d'Ingénieurs de Luminy” (Escuela Superior de Ingenieros de Luminy) a través del Departamento de Ingeniería Biológica y Microbiología Aplicada y la “Ecole Supérieure d'Ingénieurs de Marseille” (Escuela Superior de Ingenieros de Marsella), suelen tener alianzas estratégicas con algunos institutos, por ejemplo con el “Institut des Sciences Moléculaires de Marseille” (Instituto de Ciencias Moleculares de Marsella) con el fin de poder utilizar sus laboratorios.

El Centro Clínico de Farmacología y Evaluación Terapéutica (CPCET), trabaja de cerca con la industria farmacéutica y empresas de biotecnología y fue fundado como iniciativa del APHM (Sistema de Hospitales Públicos de Marsella) y las facultades de medicina y farmacia. El CPCET está integrado en la Red Nacional de de Clínicas Farmacológicas y está en permanente contacto con la Agencia Francesa de Drogas. Esta contribuye con su experiencia

en investigación clínica y preclínica para la evaluación de drogas. El CPCET está aprobado para pruebas terapéuticas de Fase I y coordinación de Fases II, III, y IV.

La historia del cluster de Marsella revela actualmente el potencial de transferencia de tecnología como un mecanismo para explotar la investigación industrial o académica. La transferencia de tecnología, bastante “no intencional” en la creación de Immunotech, se convirtió luego en un mecanismo clave en el desarrollo del cluster, catalizando las iniciativas de los actores públicos a nivel local y nacional (Chiaroni & Chiesa, 2005).

**Fig. 42: Modelo de transferencia biotecnológica en Marsella (Francia) (Nivel de relación de acuerdo al grosor de las flechas)**



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Este gráfico busca resumir la situación y no debe entenderse como una descripción completa.

### 3.6 Resumen de transferencia de tecnología en la biotecnología roja

La Fig. 43 resume los canales de transferencia tecnológica que usualmente se utilizan en Europa y los EUA para la biotecnología. Existen semejanzas y diferencias generalizadas entre ellos, las cuales se describen a continuación a manera de resumen:

- ✓ Las universidades privadas suelen aliarse estratégicamente con organizaciones públicas de investigación para aprovechar infraestructura y recursos humanos en ambas direcciones.
- ✓ Las universidades privadas y las organizaciones públicas de investigación en Europa, suelen aliarse estratégicamente con los parques tecnológicos para el desarrollo conjunto de investigaciones generalmente motivadas por proyectos públicos, realizar acuerdos de licencia entre ellos y movilizar libremente su personal de investigación de acuerdo a los requerimientos de cada proyecto. Por otro lado, las universidades privadas y las organizaciones públicas de investigación en los EUA no suelen aliarse con parques tecnológicos, puesto que estos últimos por lo general no juegan un papel canalizador de fondos de financiación de programas estatales.
- ✓ En Europa, las universidades privadas transfieren tecnología a las empresas de biotecnología mediante acuerdos de licencia, alianzas estratégicas y movilidad de recursos humanos. Mientras tanto, en EUA las universidades privadas suelen compartir costos y riesgos de los proyectos con empresas de biotecnología (joint ventures). Los acuerdos de licencia entre estos dos actores, se caracterizan por cubrir muchas más áreas terapéuticas.
- ✓ Las grandes corporaciones farmacéuticas y químicas no acostumbran a tener canales directos de transferencia tecnológica con las universidades privadas ni con las organizaciones públicas de investigación en el caso de Europa. En los EUA, las grandes corporaciones farmacéuticas y químicas realizan acuerdos de licencia con las universidades directamente y aquellas empresas que han realizado donaciones suelen tener prioridad en el licenciamiento.
- ✓ Las empresas biotecnológicas europeas suelen emplear los mismos canales de transferencia tecnológica con las organizaciones públicas de investigación y cuando lo hacen a través de los parques tecnológicos (acuerdos de licencia, alianzas estratégicas, movilidad de recursos humanos). En los EUA, el principal canal de TT se basa en acuerdos de licencia para múltiples áreas terapéuticas.

- ✓ En Europa, las empresas de biotecnología suelen realizar contratos de investigación con la administración de los parques tecnológicos en que se encuentran ubicadas. Los parques no sólo brindan infraestructura física a las empresas, sino también personal necesario para las labores de investigación, por lo que la movilidad de recursos humanos es un factor importante.

**Fig. 43: Cuadro comparativo de los canales de TT entre actores del área farmacéutica en Europa y Estados Unidos**

	Actores	Universidades Privadas	Organizaciones Públicas de Investigación	Parques Científicos y Tecnológicos	Empresas de Biotecnología	Grandes Empresas y Corporaciones Farmacéuticas y Químicas	
<b>ESTADOS UNIDOS</b>	Universidades Privadas		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alianzas estratégicas</li> <li>• Movilidad de RR.HH.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acuerdos de licencia</li> <li>• Alianzas estratégicas</li> <li>• Movilidad de RR.HH.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acuerdos de licencia</li> <li>• Alianzas estratégicas</li> <li>• Movilidad de RR.HH.</li> </ul>		<b>UNION EUROPEA</b>
	Organizaciones Públicas de Investigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alianzas estratégicas</li> <li>• Movilidad de RR.HH.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acuerdos de licencia</li> <li>• Alianzas estratégicas</li> <li>• Movilidad de RR.HH.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acuerdos de licencia</li> <li>• Alianzas estratégicas</li> <li>• Movilidad de RR.HH.</li> </ul>		
	Parques Científicos y Tecnológicos				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movilidad de RR.HH.</li> <li>• Contratos de investigación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acuerdos de licencia</li> <li>• Alianzas estratégicas</li> <li>• Movilidad de RR.HH.</li> <li>• Plataformas industriales</li> </ul>	
	Empresas de Biotecnología	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Joint Ventures</li> <li>• Acuerdos de licencia en múltiples áreas terapéuticas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acuerdos de licencia en múltiples áreas terapéuticas</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acuerdos de licencia</li> <li>• Alianzas estratégicas</li> <li>• Movilidad de RR.HH.</li> <li>• Plataformas industriales</li> </ul>	
	Grandes Empresas y Corporaciones Farmacéuticas y Químicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acuerdos de licencia en múltiples áreas terapéuticas</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acuerdos de licencia</li> <li>• Alianzas estratégicas</li> <li>• Movilidad de RR.HH.</li> <li>• Plataformas industriales</li> <li>• Joint ventures</li> </ul>	

Fuente: Elaboración propia.

### **3.7 Modelo de transferencia biotecnológica en la agricultura – biotecnología verde**

Los modelos de TT de la industria biotecnológica descritos hasta ahora se refieren principalmente a las innovaciones biomédicas.

La biotecnología en la agricultura es una segunda área de investigación con gran presente y prometedor futuro, de la cual se esperan obtener aún mayores impactos medibles en cultivos y agronegocios. A través de recodificaciones genéticas, los científicos han producido vegetales con mejor sabor y mayor durabilidad, así como granos y aceites con mejores cualidades nutritivas.

Organismos biológicos han sido desarrollados para combatir plagas, y hay variedades de cultivos resistentes a insectos, virus, suelos poco fértiles o áridos y resistentes a herbicidas. La primera área de aplicación para ingeniería genética en plantas fue el desarrollo de cultivos con características mejoradas, por ejemplo, resistentes a enfermedades. Luego, las plantas fueron equipadas con características que mejoran su normal proceso, disminuyendo el proceso de maduración en tomates, por ejemplo. Más recientemente, las plantas han sido utilizadas para producir productos químicos especiales y nuevos biopolímeros.

La capacidad de una rápida transferencia de tecnología desde su origen (universidades) hacia productores de tecnología (industria) y usuarios (agricultores), es parte fundamental del progreso tecnológico en la agricultura.

#### **3.7.1 Diferencias entre biotecnología farmacéutica y agrícola**

Hay importantes diferencias en cuanto a la manipulación genética, I&D y estructuras de mercadeo, potencial económico y mecanismos de transferencia apropiados para innovaciones en los dos campos.

En términos de ciencia, la recodificación genética para aplicaciones farmacéuticas de biotecnología es bastante limitada. La medicina se enfoca en una especie (el ser humano) y muchas de sus enfermedades que, aunque complejas, son bien descritas y su actividad bien entendida. El objetivo es modificar la condición específica indeseada en vez de querer

modificar la especie. La heterogeneidad de los sistemas en la agricultura, complica el desarrollo de innovaciones biológicas, pues hay miles de diferentes plantas y los problemas más imperiosos en la agricultura, como la resistencia a la aridez, mayor rendimiento y crecimiento bajo condiciones difíciles, se hacen bastante complejos.

La estructura de disseminación/comercialización de la industria farmacéutica, es diferente a la de los productos biotecnológicos agrícolas. La amplia variedad de clases de innovación asociadas con biotecnología agrícola sugiere también una amplia variedad de canales, a través de los cuales esta biotecnología se pueden comercializar, incluyendo compañías químicas, de semillas y procesadoras de alimentos (ver Tabla 21).

**Tabla 21. Innovaciones biotecnológicas agrícolas, objetivo del sector privado**

<b>Tipo de Innovación</b>	<b>Ejemplo</b>	<b>Potencial Económico</b>	<b>Problemas de Implementación</b>	<b>Desarrolladores Potenciales</b>
Aumento del rendimiento	Nuevas variedades de arroz	Bajo		Compañías de semillas
Mejoramiento de la salud	Huevos libres de colesterol	Muy alto		Procesadores de alimentos
Reducción de riesgo	Resistencia a la sequía Resistencia a pesticidas	Alto Muy alto		Compañías de semillas Compañías químicas y de semillas
Uso reducido de químicos	Fijación de nitrógeno	Muy alto, especialmente para los principales productos básicos	Inestabilidad regulatoria	Compañías químicas
Mejoramiento de calidad	Extensión de vida útil	Muy alto	Medida de la calidad	Compañías de semillas y procesadores de alimentos

Fuente: Postlewait, Parker and Zilberman, “The advent of biotechnology and technology transfer in agriculture”, 1992.

En la mayoría de los casos hay únicamente una época de siembra al año, limitando el tiempo destinado para pruebas, al contrario de lo que sucede en la farmacéutica. Además, las variedades de cultivos necesitan, por lo general, adaptarse a las variables condiciones locales, plagas de insectos, bacterianas o fúngicas, las que tienden a ser únicas y específicas por planta. Como resultado final, es menos probable generar fortunas a partir de un único producto.

El mercado farmacéutico es grande, y la gente está dispuesta a pagar bastante por su salud. A medida que la población envejece y aumenta su expectativa de vida, estos productos

adquieren características de productos de lujo. En comparación, el dinero destinado a alimentación es relativamente bajo y la participación de la comida en los gastos domésticos ha disminuido notablemente. Por lo tanto, el potencial de utilidad de la biotecnología médica parece mayor que la de la biotecnología agrícola, motivando mayores inversiones en la primera.

**Tabla 22. Diferencias entre biotecnología agrícola y médica.**

<b>Criterio</b>	<b>Biología Agrícola</b>	<b>Biología Médica</b>
Complejidad científica	Muchas especies, ambiente heterogéneo	Una única especie
Intensidad de manipulación genética	Muy extensiva, modificación de especies	Limitada, modificación de condiciones
Cadena de mercadeo de las innovaciones	Compleja (compañías químicas, de semillas, procesadoras de alimentos)	Bien definida (compañías farmacéuticas)
Utilidad esperada	Variable	Bastante alta
Desarrollo	Privado y público	Más privado que público
Transferencia	Compleja (implica I&D, adaptación)	Directa

Fuente: Postlewait, Parker and Zilberman, “The advent of biotechnology and technology transfer in agriculture”, 1992

### 3.7.2 Transferencia tecnológica de innovaciones cerradas y abiertas

Los mecanismos de TT han cambiado a través del tiempo, así como la naturaleza de la agricultura y las nuevas tecnologías. Típicamente, las empresas privadas se interesan por innovaciones “cerradas”, es decir, productos mercadeables en los que el vendedor obtiene todos los beneficios de venta sin problemas de copia o usurpación. En este caso, los investigadores desarrollan nuevas tecnologías, los descubrimientos son patentados y los derechos pagados, expertos en desarrollo de producto comercializan el producto final y el mercadeo difunde el producto.

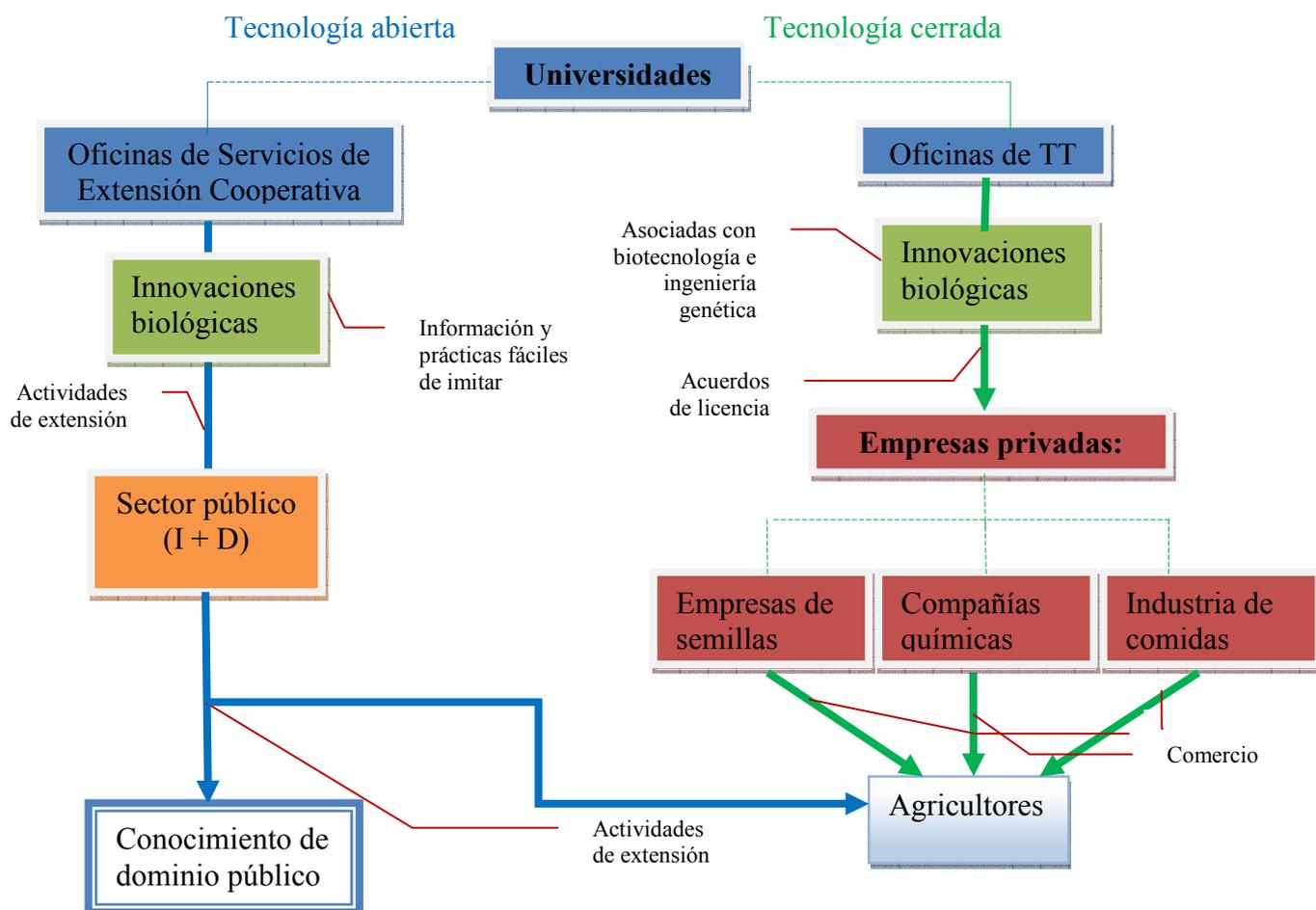
Existen dos canales principales para la transferencia de innovaciones tecnológicas generadas en las universidades; las Oficinas de TT y los servicios de Extensión Cooperativa.

Las innovaciones en agricultura suelen clasificarse como mecánicas, biológicas, químicas y agronómicas. Generalmente, las innovaciones mecánicas y químicas son “cerradas”, por lo que suelen entrar en el dominio del sector privado a través de las Oficinas de TT de las universidades (Postlewait et.al., 1992).

Por otro lado, las innovaciones agronómicas no suelen ser “cerradas”, por lo que se consideran más de dominio público; no son tan atractivas para el sector privado y son difundidas a través de los servicios de Extensión Cooperativa de las universidades y posteriormente, en algunos casos, con el apoyo del sector público dentro de programas de promoción de nuevas tecnologías (por ejemplo, nuevas prácticas agrícolas, variedades de semillas, etc.).

Las innovaciones biológicas solían ser también de dominio público, por lo que no contaban con mucha participación del sector privado. Esta situación ha cambiado gracias a la inclusión de la biotecnología, haciendo las innovaciones biológicas más “cerradas”, por lo que la agricultura enfrenta una ola de innovaciones tecnológicas, asociada con biotecnología e ingeniería genética, cuya aplicación se basa principalmente en nutracéutica, ganadería y generación de biopesticidas, motivando la participación e inversión de la industria (Postlewait et. al., 1992).

**Fig. 44: Descripción del curso de transferencia biotecnológica verde abierta y cerrada, entre universidades, empresas privadas, y agricultores**



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Esta figura busca resumir la situación y no debe entenderse como una descripción completa.

La biotecnología, principalmente en Europa, se ha desarrollado alrededor de la medicina, por lo que el modelo de TT de biotecnología roja ha evolucionado al punto de presentar el grado de complejidad que hoy tiene. Por otro lado, el desarrollo de la biotecnología verde en Europa no ha sido tan relevante, sin embargo existen algunos casos en que se ha promovido su desarrollo, generando modelos de TT que presentan similitudes a los de la biotecnología roja. Entre ellos vale la pena mencionar el caso particular del Cluster Green Gate Gatersleben (GGG) en Alemania ([www.bioparkgatersleben.de](http://www.bioparkgatersleben.de)).

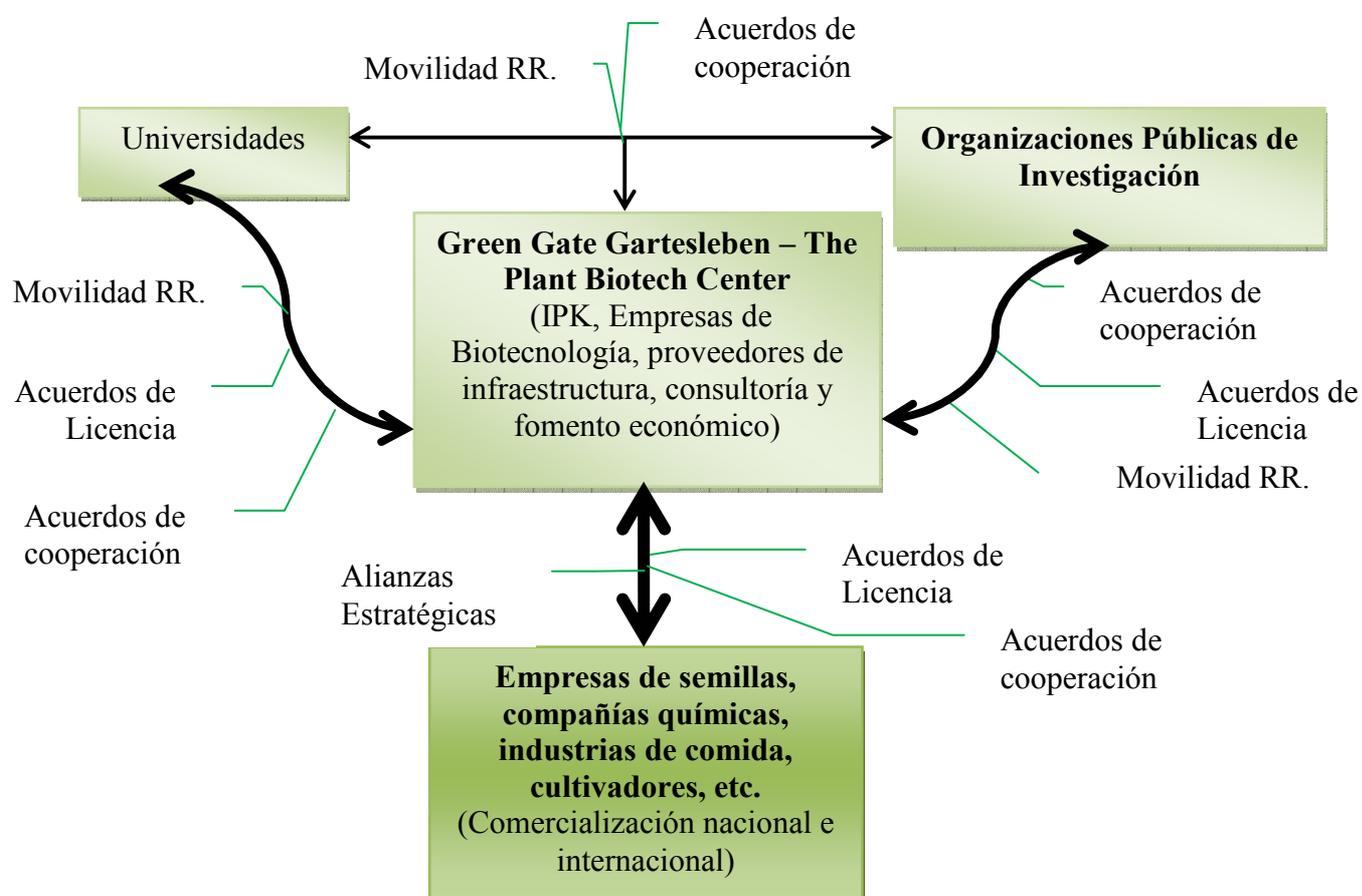
El inicio de este cluster se remonta a los años treinta del siglo XX, donde investigaciones biológicas basadas en plantas, buscaban a través de métodos genéticos, taxonómicos, fisiológicos, bioquímicos y biofísicos mejorar el rendimiento de la agricultura. La institucionalización de este cluster se inició con la fundación del Instituto Emperador Guillermo para Investigación del Cultivo de Plantas (Kaiser-Wilhelm-Institut für Kulturpflanzenforschung) en 1943 y con el inicio de una colección sistemática de plantas vivas para su estudio, lo que derivó en el IPK, Instituto Leibniz para Genética de Plantas e Investigación del Cultivo de Plantas (Leibniz - Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung). Este es actualmente el centro del cluster biotecnológico de Gatersleben, en el que otros actores se han establecido para conformar el GGG.

Los socios del GGG se agrupan bajo la marca sombrilla “Green Gate Gatersleben – The Plant Biotech Center”, para realizar actividades conjuntas. El IPK por ejemplo, se encuentra en el campus de Gatersleben, así como empresas y otros proveedores de infraestructura, consultoría y fomento económico. Las actividades que aquí se realizan, cubren:

- ✓ Marcación asistida en el cultivo de plantas
- ✓ Transformación de semillas
- ✓ Tecnologías facilitadoras
- ✓ Ingredientes para plantas
- ✓ Análisis genético y fenotípico de plantas
- ✓ Tecnologías de expresión y de chips
- ✓ Cuidado de plantas en invernaderos de alta tecnología
- ✓ Síntesis química o extracción de ingredientes de plantas

En 2007, el IPK contaba con 450 empleados aproximadamente, 163 de ellos eran científicos.

**Fig. 45: Modelo de transferencia biotecnológica verde en Gartlesleben (Nivel de relación de acuerdo al grosor de las flechas)**



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Esta figura busca resumir la situación y no debe entenderse como una descripción completa

Como se aprecia en la Fig. 45, la relación entre empresas de semillas, compañías químicas, industrias de comida, cultivadores, etc., es bastante fuerte con el GGG, puesto que este último actúa como facilitador de transferencia y desarrollo de nueva tecnología. Además, las empresas comercializadoras ofrecen una guía de acción al cluster, dado que tienen la visión de las necesidades y tendencias del mercado. En las alianzas estratégicas entre estos actores suelen participar grandes empresas debido a la alta demanda de recursos económicos necesarios para el desarrollo de proyectos bajo términos de exclusividad.

Al igual que en el caso de la biotecnología roja, el surgimiento de *spin-offs* se hace presente y necesario a medida que aumenta la complejidad de las investigaciones y proyectos de desarrollo.

Como complemento al modelo formal de transferencia biotecnológica entre universidades y agricultores, se puede citar la transferencia informal a través de la movilidad de recursos humanos, mediante el empleo de estudiantes y profesionales universitarios por parte del sector privado y a través del patrocinio de trabajadores en capacitaciones universitarias por parte de las firmas privadas.

La tecnología verde, como también se le conoce a la biotecnología orientada a la agricultura, tiene gran influencia en la tecnología roja, es decir, en la biotecnología aplicada en medicina. Los patrones de expresión genéticos en plantas y animales, proveen importantes claves para la identificación y tratamiento de enfermedades humanas, porque una vez que la evolución encuentra una forma útil de cumplir una tarea específica en un organismo vivo, generalmente la repite. Como resultado, las instrucciones básicas o códigos que regulan los procesos de la vida se repiten y dispersan entre muchas especies.

La participación del sector público en el desarrollo de nuevas innovaciones en biotecnología para la agricultura es supremamente importante, principalmente en el desarrollo de la ingeniería genética. Sin su apoyo en esta área, se hace difícil la generación de innovaciones “cerradas” que cautiven y atraigan más la inversión del sector empresarial privado.

### **3.8 Modelo de transferencia biotecnológica industrial – biotecnología blanca**

La disminución de recursos energéticos, la inestabilidad política en países productores de petróleo y el aumento en la demanda por recursos y mercados de los denominados megapaíses como China e India, traen consigo retos a la seguridad y prosperidad de las demás regiones del planeta. Existe la idea general de que la biotecnología aplicada a escala industrial puede ser una forma real y audaz de aliviar algunas de estas amenazas, pudiendo ayudar a las economías y sociedades a maniobrar adecuadamente hacia un futuro más sostenible, seguro y amigable con el medioambiente.

Los pasos necesarios para adoptar tal esfuerzo basado en biotecnología requieren de estrategias y compromisos coordinados entre legislación, políticas de acción, educación e investigación.

Contrario al cierto rezago que presenta la Unión Europea frente a Estados Unidos en cuanto a desarrollo de sus biotecnologías roja y verde, Europa demuestra un nivel igual o superior de desarrollo en cuanto a biotecnología blanca, aunque el proceso de transformación de ese liderazgo tecnológico en éxito comercial presenta muchos obstáculos.

Esta biotecnología es aplicada para el procesamiento y producción de químicos, materiales y energía. La biotecnología blanca utiliza enzimas y microorganismos para generar productos en sectores industriales tan diversos como el sector químico, comida para uso humano y animal, pulpa y papel, textiles o detergentes, biocombustibles, en fin, productos que forman parte de la vida diaria.

Importantes productos químicos como los hidrocarburos derivados de aceites vegetales requieren de transformaciones microbióticas y enzimáticas. El potencial de los procesos de biocatalización en la transformación de oleoquímicos en varios químicos especiales genera una gran cantidad de productos útiles en áreas como cuidado personal, cubrimientos, plastificantes y lubricantes (Hatti-Kaul et al., 2006). El uso de biomasa para producir energía y combustibles es estratégicamente importante, puede fortalecer la economía rural, brindando la posibilidad de nuevos mercados a áreas de cultivo.

Los procesos de producción biológicos basados en plantas, brindan también beneficios en la producción industrial, como por ejemplo, en el caso de la producción de materiales sintéticos. La empresa ICI en el Reino Unido con su “diseño de bacterias” utilizado para dar diferentes grados de elasticidad a sus productos plásticos, es un claro ejemplo (Enriquez, 2001).

### **3.8.1 Motivos de la UE Para promover la biotecnología blanca<sup>54</sup>**

Entre los principales motivos identificados para la promoción de la biotecnología blanca en Europa se puede citar los siguientes:

- (1) La UE presenta un enfoque de transferencia tecnológica hacia arriba (*bottom up*), iniciado principalmente por la industria química y por la participación de otras industrias, especialmente como respuesta a temas de competitividad global.
- (2) Los temas de protección ambiental tienen una gran importancia e impacto en Europa, debido principalmente al cumplimiento de los objetivos del protocolo de Kyoto y la

---

<sup>54</sup> Basado en Lorenz & Zinke, “ScienceDirect - Trends in Biotechnology : White biotechnology: differences in US and EU approaches?”

conciencia de seguridad del consumidor común, influenciada por grupos ambientalistas en contra de los organismos genéticamente modificados.

- (3) Los vastos territorios aptos para agricultura, principalmente aquellos ubicados en los Estados miembros del este de Europa, brindan potencial para producir biomasa renovable.
- (4) Un sector agrícola bastante regulado en el mercado doméstico Europeo, traducido en políticas de precios altos sin acceso a un mercado barato del azúcar.
- (5) Esfuerzos centralizados en progreso, con el fin de coordinar el escenario de biotecnología blanca con programas y competencias nacionales paralelas.
- (6) Una industria química fuerte, y amplia experiencia académica e industrial en biocatalización, química ajustada, fermentación, y tecnologías enzimáticas.

### **3.8.2 Los esfuerzos europeos hacia la tecnología blanca**

Como se mencionó en el punto 1 del subtítulo anterior, la actual presión por innovación y organización se fundamenta principalmente en actividades originadas en la industria química, aunque también en algunas activas ONGs nacionales.

De acuerdo al Consejo Europeo de Industria Química (CEFIC), la UE es el líder global en la producción de químicos (33% de la producción mundial de químicos en 2004).

La industria química provee productos a prácticamente todos los sectores intermedios de las industrias manufactureras contribuyendo enormemente a los ingresos de la UE, a su balanza comercial, empleo, e innovación.

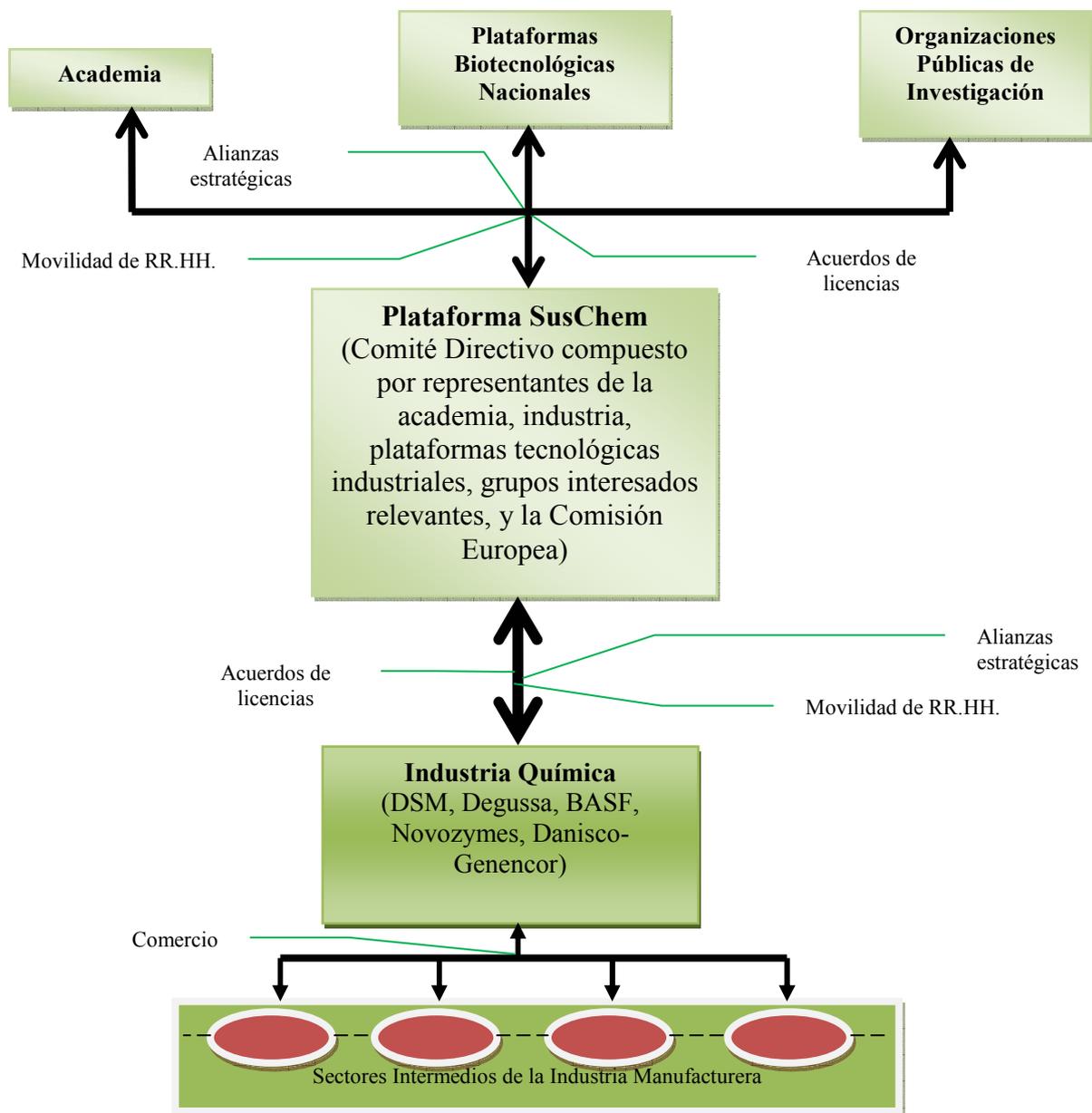
De cualquier manera, la industria química europea vé su competitividad en riesgo, debido a los altos costos de producción en términos globales. Los bajos niveles de crecimiento del mercado y la dispersión de industrias consumidoras. En respuesta a esta situación, la Comisión Europea en equipo con el Consejo Europeo de la Industria Química, y la Asociación Europea para Bioindustrias (EuropaBio), lanzaron conjuntamente la Plataforma Tecnológica Europea para la Sostenibilidad Química (SusChem) en 2004 ([www.suschem.org](http://www.suschem.org)).

SusChem es concebida como una herramienta para asegurar e impulsar la competitividad de la industria química europea, mediante el fortalecimiento de la I&D en química,

biotecnología, e ingeniería química. Su objetivo es desarrollar Agendas Estratégicas de Investigación en tres áreas consideradas cruciales: biotecnología blanca, tecnología de materiales, y diseño de reacción y procesos. Pretende así mismo, movilizar apoyo financiero para I&D, proveniente de sectores públicos nacionales y regionales de la UE, así como fondos de procedencia privada; mejorar el enfoque de los proyectos, y evitar la duplicación de actividades.

SusChem es administrado por un Comité Directivo compuesto por representantes de la academia, industria, plataformas tecnológicas industriales, grupos interesados relevantes, y la Comisión Europea. De esta forma, las plataformas nacionales, como la plataforma alemana para biotecnología blanca ([www.weisse-biotechnologie.net](http://www.weisse-biotechnologie.net)), generalmente dirigidas por asociaciones nacionales científicas o industriales, y fuertemente apoyadas por los gobiernos, reflejarán las iniciativas de la UE y las implementarán en un contexto político nacional.

**Fig. 46: Modelo de transferencia biotecnológica blanca en la UE, apoyado por la plataforma SusChem**



Fuente: Elaboración propia.

La Fig. 46 muestra cómo la plataforma es un facilitador de TT que canaliza las actividades de investigación desarrolladas en las universidades, plataformas biotecnológicas de varios países y organizaciones públicas de investigación en Europa.

El enfoque hacia donde se dirige la investigación es dado por las industrias químicas que transmiten las necesidades de los sectores intermedios de la industria manufacturera.

Con el fin de promover una industria de la biotecnología blanca sostenible y competitiva, se debe dar prioridad a los conceptos de productos con valor agregado, y enfocados en las necesidades del mercado, para que puedan ser comercializados a escala global sin necesidad de subsidios (Lorenz & Zinke, 2005).

## 4 Desarrollo de capacidades biotecnológicas en el MERCOSUR

### 4.1 Comparación de las capacidades biotecnológicas en la UE y el MERCOSUR

La siguiente tabla presenta un cuadro resumido sobre las capacidades biotecnológicas en la UE y el MERCOSUR.

**Tabla 23: Comparación de Capacidades de UE y MERCOSUR en Biotecnología**

Capacidades	UE	MERCOSUR
Centros de I&D	504	93*
Programas de Posgrado	75	34**
Publicaciones (2002-2004)	145.646	2.593
Patente		7.607
Empresas de Biotecnología	1.621	168
Numero de Empleados	75.810	Aprox. 10.000***

\* Cerca de la mitad son centros de excelencia

\*\* Incluye también Posgrados no estrictamente enfocados en la biotecnología

\*\*\* Estimaciones, dado que números precisos sobre Brasil y Paraguay no están disponibles

La comparación de las capacidades biotecnológicas en UE y MERCOSUR deja ver claramente la existencia de grandes diferencias en el nivel de desarrollo de la biotecnología de las dos regiones. En ello, la diferencia de los factores-insumo (centros de I&D y posgrados) resulta claramente menor que la diferencia de los factores-producto (publicaciones, patentes, empresas). Esto lleva a concluir que aún existen grandes problemas en MERCOSUR, especialmente en transferencia de nuevas tecnologías entre la academia y el sector privado.

Uno de los puntos más importantes que determinan el éxito de las fases comerciales de los proyectos de biotecnología es el modelo de innovación que se utilizará, el cual debe definirse durante las primeras fases de la generación del proyecto. Generalmente, los esfuerzos

asociados con la generación, introducción y aceptación de nuevos productos o servicios en los mercados se organizan siguiendo dos estrategias: “*technology push*” o “*market pull*”.

En la primera estrategia, la del empuje tecnológico (*technology push*), son los investigadores (o los desarrolladores de las tecnologías) quienes realizan los esfuerzos para introducir una nueva tecnología. Esto generalmente ocurre cuando no se cuenta con la posibilidad de obtener información sobre las necesidades de la industria. La introducción de las innovaciones, en este caso es lenta y dispersa. Sólo algunas empresas del sector se arriesgarán a modificar sus procesos productivos (en ocasiones) de forma radical. Se debe considerar que la biotecnología es una herramienta relativamente nueva y bastante revolucionaria, por lo que es entendible que los productores tradicionales permanezcan escépticos frente a los desarrollos que se generen en este contexto. Dado que el impulso al cambio tecnológico proviene de los desarrolladores de tecnología y no de los usuarios finales, la aceptación final de las innovaciones desarrolladas con esta estrategia es bastante compleja y, generalmente, puede ser fuertemente atacada por la competencia.

Por otro lado, la estrategia de la influencia del mercado (*market pull*) implica que existe una participación activa de los usuarios finales de la tecnología. Éstos han debido expresar claramente cuáles son sus necesidades y han definido los parámetros para la fácil aceptación de las nuevas tecnologías. Los desarrollos que siguen esta estrategia generalmente tienen mayor facilidad para ingresar al mercado y competir mano a mano con las tecnologías tradicionales. Uno de los requerimientos claves para aplicar esta estrategia es el conocimiento previo del comportamiento de la industria y estar en posesión de alguna experiencia previa en los temas de alto impacto económico en el sector, ya que éstos serán los que los empresarios tratarán de optimizar. La utilización de recursos económicos y humanos es mayor cuando se adopta esta estrategia, dado que se requiere de un estudio de mercado previo y de la interacción con expertos en ciertos temas relevantes para la industria.

El uso de la estrategia de *market pull* implica un proceso que abarca diferentes aspectos como la generación de demanda, revisiones del estado del arte en la industria, identificar las necesidades de los clientes, demostración de la tecnología, validación y verificación, análisis del ciclo de vida del producto o servicio entregado y aceptación por parte del usuario final.

Tradicionalmente, los desarrollos biotecnológicos en Latino America se han realizado con la estrategia de *technology push*. Esta es una de las razones principales para la lenta incorporación de la biotecnología en diferentes sectores de las economías latinoamericanas.

## **4.2 Conclusiones sobre el desarrollo de las capacidades biotecnológicas en el MERCOSUR**

El siguiente capítulo busca señalar importantes puntos de intervención para el ulterior fomento de las capacidades biotecnológicas en el MERCOSUR.

### **4.2.1 El desarrollo de la industria biotecnológica**

La industria biotecnológica aún se encuentra débilmente desarrollada en los países del MERCOSUR. Los indicadores de desarrollo como volumen de ventas, número de empleados, número de empresas, etc. están por debajo de Europa y Asia. Aún falta establecer en este sector una masa crítica de empresas innovadoras capaces de desarrollar mercados nacionales e internacionales.

Entre los principales problemas del MERCOSUR está la tendencia a considerar una empresa biotecnológica como una empresa ordinaria o común, sin tomar en cuenta sus características peculiares relacionadas a la alta inversión inicial y a el retraso en el retorno de los capitales provocado por los largos períodos de investigación. Este tipo de emprendimientos no suele contar con el sólido apoyo de la banca privada; hecho que muchas veces desincentiva la creación de nuevas empresas o su expansión. Las empresas se ven obligadas a desfocalizar sus esfuerzos en otras actividades ajenas a la I&D para poder generar los recursos necesarios para subsistir.

El fomento estatal a las empresas de biotecnología a través de los fondos concursables es también un elemento importante. Esto le permite a las empresas financiar la primera fase de investigación y posteriormente continuar con la fase de desarrollo empleando financiamiento de otras fuentes. Las empresas de biotecnología en el MERCOSUR se orientan a realizar actividades constantes de investigación y desarrollo en distintos niveles. La importancia de este hecho radica en la incorporación permanente de innovaciones en los procesos productivos, los que permiten mantener las ventajas competitivas, principalmente cuando las empresas enfrentan competidores con mayor experiencia en el mercado. Sin embargo un buen

número de empresas actuales, y seguramente muchas de las que se crearán en el futuro, deberá enfrentar la presión casi inmediata causada por la necesidad de sostenibilidad económica.

Además, es necesario organizar formalmente las actividades de I&D al interior de las empresas. Los procesos innovadores al interior de la empresa constituyen la base de la capacidad competitiva en el mercado. Por esta razón, los procesos innovadores deben ser concebidos preferentemente como procesos sistemáticos internos que involucren desde la orientación estratégica hasta la introducción al mercado de las innovaciones desarrolladas, con la participación activa de todos los departamentos de la empresa. Los diferentes proyectos de I&D en los que la empresa se involucra deben ser preparados metódica e integradamente, puesto que las acciones relacionadas con las innovaciones repercuten directamente en todos los estamentos de las empresas. Las decisiones integradas permitirán afrontar los cambios necesarios para adaptarse a mercados extremadamente dinámicos.

Existe un grupo de empresas con alta orientación a la innovación, que realizan permanentemente actividades de I&D y gastan un porcentaje considerable de sus utilidades en estas operaciones. Empresas con este perfil son necesarias para establecer los pilares de una industria sólida. Sin embargo, el número de ese tipo de empresas es aún muy reducido en el MERCOSUR y en la actualidad no están en condiciones de generar mayor desarrollo en el sector por sí solas. Estas empresas captan una buena parte de la oferta de profesionales y académicos del sector. Muchas de estas empresas han nacido de iniciativas de académicos universitarios, los que en la actualidad aún mantienen los contactos con sus respectivas entidades. Este modelo puede ser efectivo para el desarrollo de nuevas empresas; éstas utilizarían en su etapa de consolidación la infraestructura científica y tecnológica que las universidades ofrecen.

Una desventaja en el MERCOSUR es el muy limitado mercado para productos y servicios biotecnológicos que posee. De esta manera, para la atracción de inversiones extranjeras no es aconsejable seguir la misma estrategia de países (o mercados) grandes (por ejemplo China) que pueden ofrecer un mercado local grande para inversiones extranjeras en áreas de alta tecnología. Por esta razón, los países del MERCOSUR deben buscar otras opciones estratégicas para atraer empresas tecnológicas extranjeras a la región.

- (1) En el marco de los convenios tecnológicos y científicos con la Comunidad Europea, empresas de la region pueden iniciar proyectos de I&D con empresas europeas con el fin de combinar recursos financieros estatales de la region y fondos europeos para montar proyectos más grandes. En este punto es importante la disponibilidad de recursos financieros estatales que empresas y también universidades pueden poner a disposición en estos proyectos de cooperación internacional.
- (2) En algunas áreas de biotecnología, MERCOSUR puede ofrecer mercados que permiten una rápida aplicación de nuevas tecnologías en la vida real, por ejemplo en diagnostico de bacterias y virus en animales, vacunas para peces y otros animales, modificación genética en el sector forestal, biopesticidas en el sector agrícola, etc. Estas áreas pueden atrater a empresas extranjeras para analizar sus tecnologías bajo condiciones reales (mercado de test masivo). Aquí hay bastante potencial para formar alianzas entre empresas regionales y empresas extranjeras.
- (3) MERCOSUR debe presentarse en el extranjero más proactivamente como region que tiene una buena base científica y buscar empresas extranjeras que inviertan en áreas de alta tecnología (biotecnología, tecnología de información, etc.) en la region. Se tiene que buscar caminos para presentar en forma más masiva las ventajas comparativas que tiene la region (estabilidad, fomento estatal, base científica, etc.).

Otro aspecto importante son las oportunidades de desarrollo de empresas de biotecnología por parte de profesionales jóvenes, con títulos o grados académicos relacionados con la biotecnología. Comenzar con una empresa en este rubro requiere de por lo menos \$ 300.000 o más, cantidad que no es financiada por un préstamo bancario normal (debido al alto riesgo que implica un proyecto con estas características) ni por fondos de capital semilla, ya que en general se financian montos menores a los requeridos.

Una alternativa para superar esta limitante es la creación de incubadoras de empresas de biotecnología. El formato de esta incubadora debería ser algo distinto de las que funcionan actualmente. Además de una oficina y de toda la asesoría que los emprendedores necesitan en el ámbito de la administración de una empresa, se requiere toda una infraestructura de investigación que una empresa en formación difícilmente será capaz de financiar. En este punto, la propuesta implicaría que estas incubadoras de empresas de biotecnología funcionen

en facultades con alto potencial de investigación, con la infraestructura suficiente y con una organización que permita el acceso a equipos. La incubadora puede ser dirigida por un grupo multidisciplinario conformado por investigadores, expertos en gestión y peritos en temas regulatorios. La participación de investigadores en la dirección asegura, por una parte, la excelencia de los proyectos involucrados y, por otra, el uso correcto y racional de los equipos destinados a investigación. Esta modalidad también puede significar aportes económicos para los laboratorios que faciliten equipos para la incubadora, ya que esto puede entenderse como una venta de servicios, con un costo de uso definido.

La participación de expertos en gestión y regulaciones asegura que la investigación se enfoque en las necesidades del mercado y que esté dentro del contexto legal que la rige. De esta forma, se constituye un ambiente muy favorable para la creación y crecimiento de empresas de biotecnología. Además, esto incentiva la participación de investigadores jóvenes, bien en la dirección del proyecto, o bien como asistentes, lo que contribuiría de forma considerable a aminorar la “fuga de cerebros” hacia el extranjero.

#### **4.2.2 El uso de la biotecnología en las cadenas de valor a base de recursos naturales**

Los países del MERCOSUR participan exitosamente en las cadenas de valor basadas en recursos naturales; por ejemplo la cadena ganadera, del vino, de agroalimentos o de madera y celulosa. Los procedimientos biotecnológicos desempeñan un rol importante en el incremento de la productividad de la cadena. Por ejemplo, en el caso del ganado, se pueden mencionar los nuevos procedimientos de crianza basados en ingeniería genética, los métodos de diagnóstico molecular y control de enfermedades (por ejemplo, vacunas), el desarrollo de nuevos alimentos o el mejoramiento de la calidad del alimentos a través de procedimientos biotecnológicos. El potencial de uso de la biotecnología en cadenas de valor agregado en diversas áreas está fuera de discusión. Sin embargo, es válido preguntarse en cuáles de esas cadenas internacionales de valor agregado es razonable y necesario, desde el punto de vista de MERCOSUR, invertir cuantiosamente en el desarrollo de procedimientos biotecnológicos.

A continuación, se postulan cuatro criterios que posibilitan un primer análisis del potencial de éxito del fomento de aplicaciones biotecnológicas en diversas cadenas internacionales de valor agregado.

El primer criterio se refiere al potencial de crecimiento de la demanda. Si el potencial de crecimiento es especialmente alto, entonces las empresas proveedoras, por ejemplo del área biotecnológica, tienen también buenas perspectivas de crecimiento. Tras analizar diversos estudios elaborados por organizaciones internacionales como la FAO o UNIDO puede afirmarse, que especialmente la acuicultura, la ganadería y el sector de alimentos funcionales pueden alcanzar en las próximas décadas tasas muy altas de crecimiento de hasta 15% anual.

Un segundo criterio se refiere a la estructura de la demanda. La falta de competidores locales ejerce una influencia negativa sobre la predisposición de las empresas a llevar a cabo innovaciones. Además, las grandes empresas, que a la vez son dominantes en un sector, tienden a cubrir su demanda tecnológica recurriendo a proveedores en el extranjero en vez de darles una oportunidad a los proveedores locales. En algunos sectores económicos del MERCOSUR, como el de la silvicultura, la estructura de la demanda es casi monopólica. Esto no ocurre en otras actividades como la agricultura y la acuicultura.

Un tercer criterio es la competencia en investigación y desarrollo en los diferentes sectores, principalmente a nivel internacional. La competencia es especialmente alta tratándose de aplicaciones tecnológicas en la agricultura; pues aquí las grandes empresas norteamericanas como Monsanto, entre otras, son muy activas, cuentan con una gran ventaja tecnológica y dominan ampliamente el mercado. Para los proveedores tecnológicos de países en desarrollo, las perspectivas de crecimiento en esta área son moderadas. En los casos de la industria acuícola y la ganadería, la situación es mucho más prometedora debido a que las aplicaciones biotecnológicas son relativamente nuevas y los proveedores tecnológicos de los países industrializados cuentan con una ventaja tecnológica relativamente pequeña respecto a los países del MERCOSUR, como Brasil y Argentina.

El último criterio, el que tiene gran importancia, es el de la percepción pública sobre las aplicaciones biotecnológicas. En el caso de la agricultura, la percepción, hasta el momento, es predominantemente negativa. Esto se debe básicamente a las controversias generadas respecto al tema de los organismos genéticamente modificados. Sin embargo, existen otros sectores, como el forestal o de salud, donde la percepción del público respecto a los desarrollos biotecnológicos juega un rol mucho menos preponderante o existe mayor percepción de la importancia de su desarrollo.

### 4.2.3 Potencial de desarrollo de los servicios biomédicos en el sector salud<sup>55</sup>

En países como Brasil y Argentina existe gran potencial para el uso de la biotecnología en el desarrollo de nuevos servicios médicos, por ejemplo, en el campo de la diagnóstica, medicina regenerativa o transplatación.

El mercado de la salud presenta un alto potencial de crecimiento para los próximos años. Este se debe principalmente a tres factores:

1. La demanda por servicios de salud aumentará como consecuencia del cambio en la conciencia por la salud de parte de la población. Esta tendencia ha quedado reflejada en el aumento de la participación de los servicios de salud en el consumo. Por ejemplo, en 1992 el gasto en salud en Alemania alcanzó el 1,8% (de los gastos totales), mientras que el mismo ítem alcanzó 2,3% en el año 2003. Cabe señalar que estas cifras no incluyen los gastos adicionales en acondicionamiento físico, servicios de relajación, productos orgánicos y turismo asociado a la salud. La tendencia al uso de gimnasios para acondicionamiento físico y el consumo de comida funcional muestran, de igual modo, un cambio en la forma en que el individuo percibe su salud. Para el caso de la comida funcional se estima una tasa promedio anual de crecimiento de la demanda de 6,3% para el período entre 2006 y 2009.
2. Innovaciones técnicas en el área de la medicina inducirán un crecimiento del sector salud por sobre el Producto Interno Bruto en muchos países. Considerando el caso de Alemania, ésta afirmación está vinculada a dos observaciones. Por una parte, el gasto en salud aumentó aproximadamente 1% por encima del crecimiento del PIB en la última década. Por otro lado, las innovaciones técnicas entran cada vez más rápidamente al mercado y, consecuentemente, el acceso del consumidor a ellas se extiende rápidamente. Innovaciones importantes tales como la tomografía computarizada y la tomografía por resonancia magnética, fueron incluidas en los catálogos de prestaciones de las instituciones de salud previsional tan sólo tres años después de su introducción al mercado. Esta dinámica difiere del común de la

---

<sup>1</sup>Parte de las ideas contenidas en este artículo están basadas en el artículo titulado “Innovation und Wachstum im Gesundheitswesen“ de Kartte (2005) publicado por la consultora Roland Berger en Alemania.

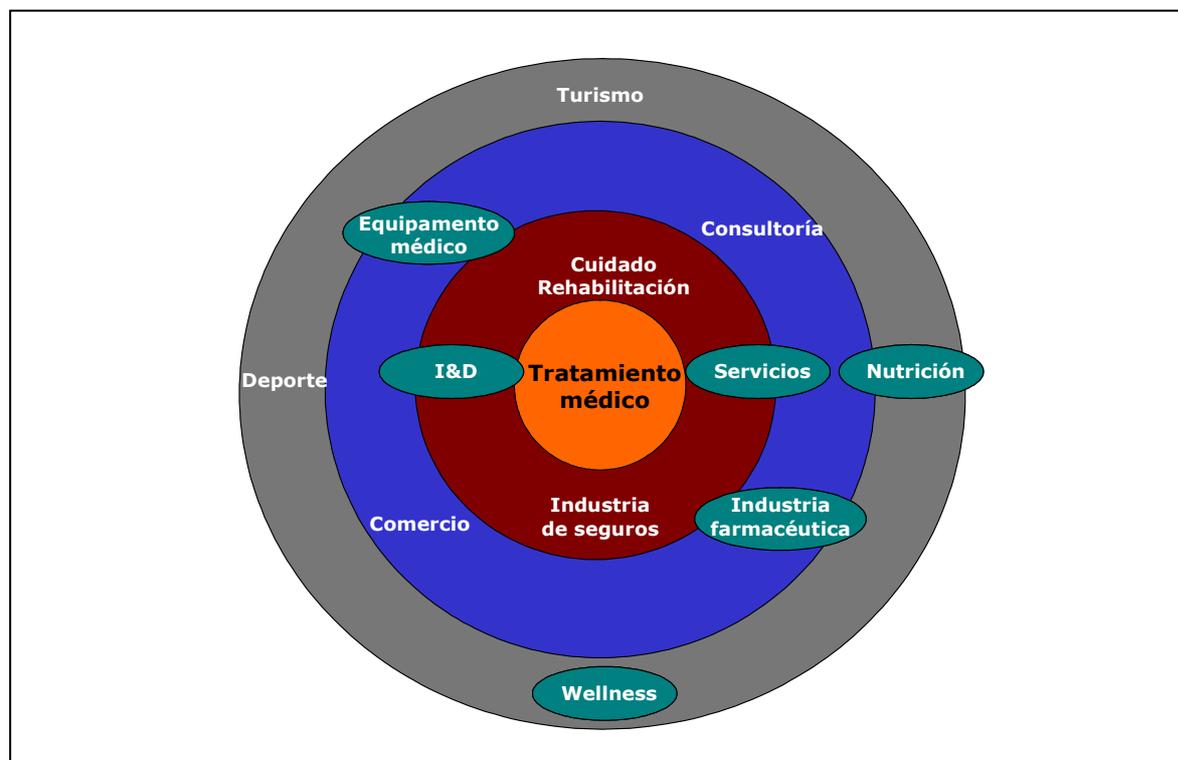
industria, en el cual los períodos de diseminación de las innovaciones son por lo general más extendidos. Por ejemplo, la bolsa de aire (*airbag*) y el sistema de frenos antitrabas ABS necesitaron de 14 y 15 años respectivamente para pasar del uso exclusivo en Mercedes Clase-S, destinado a un pequeño grupo de compradores, a su introducción en vehículos de uso masivo como el Volkswagen Golf.

3. Los cambios demográficos traerán consigo una mayor demanda de servicios de salud. Este factor juega un rol menor en la actualidad, en contraste con el efecto del avance técnico en la medicina, pero se estima que será causa de un mayor impacto en la demanda a largo plazo. Para el caso de Alemania, por ejemplo, se espera que esto ocurra hacia el año 2020. En la actualidad hay 450 millones de personas que superan los 65 años de edad en el mundo entero, esto equivale a 7% de la población total. Este número aumentará continuamente alcanzando el doble en el año 2020 y el triple en el año 2050, lo cual equivaldrá a 17% de la población total mundial. Las enfermedades crónicas ya han desplazado del primer lugar a las enfermedades infecciosas como principal causa de muerte. Mientras mayor edad presenta la persona existe más riesgo de contraer una enfermedad crónica. Por ejemplo, según estudios estadounidenses, la frecuencia de casos de cáncer al intestino en personas mayores de 65 años es diecisiete veces mayor al encontrado en los jóvenes. Por estos motivos los avances en la medicina y en la prevención tomarán un rol aún más importante en el futuro próximo.

En conclusión, la participación del mercado de la salud en el PIB va a aumentar considerablemente en los países industrializados. Por ejemplo, en Alemania se estima que éste aumentará, en términos reales, desde un 12,2% actual a un 15,5% en el año 2020. Así el sector de la salud se transformará en el primer sector económico de muchos países.

Dentro del contexto de crecimiento dinámico del sector de la salud, es prudente formular la siguiente pregunta: ¿Hasta qué punto se pueden beneficiar las empresas biotecnológicas? En principio, se puede apreciar un amplio potencial de aplicación para productos y servicios biotecnológicos en una variedad de segmentos dentro del mercado de la salud (véase la siguiente figura ).

**Fig. 47: Aplicaciones de la biotecnología en diferentes segmentos de mercado (óvalos en verde)**



Fuente: Elaboración propia.

La aplicación de la biotecnología en el desarrollo de nuevos medicamentos ha revolucionado la investigación farmacéutica. Además, ésta ha dado origen a grandes empresas de biotecnología principalmente en EUA, como son los casos Genentech y Amgen. Al mismo tiempo los costos para la investigación y desarrollo de nuevos productos han mostrado una marcada tendencia al alza. De esta forma en la actualidad sólo grandes empresas farmacéuticas y de biotecnología son capaces, en términos financieros, de llevar a cabo procesos de innovación desde la investigación hasta la colocación del producto en el mercado. Costos del orden de 500 millones de dólares y períodos de desarrollo de seis a doce años obligan a las empresas de biotecnología pequeñas y medianas, aunque cuenten con acceso a fuentes de capital de riesgo, a vender sus innovaciones a los competidores más grandes antes de poder colocarlas en el mercado. Esto trae consigo que las empresas más pequeñas queden fuera de la fuente de mayores márgenes de ganancia, que es precisamente la comercialización de los productos en el mercado. Los mayores márgenes son absorbidos por las grandes empresas farmacéuticas, mientras que los verdaderos innovadores obtienen como máximo un 15% del total de las ventas.

Así como la complejidad y los costos de la investigación han incrementado notablemente, también lo ha hecho la presión política sobre los precios y, por ende, el riesgo asociado. Estas son las principales razones por las cuales la industria farmacéutica ha alcanzado un alto grado de concentración. Hace quince años, las diez empresas más grandes representaban una participación de 25% del mercado global, hoy día éstas representan 50% del mismo.

Para países o regiones con un débil desarrollo de la industria farmacéutica, es prudente entonces preguntarse sobre el potencial de desarrollo de la biotecnología fuera de las aplicaciones tecnológicas clásicas en el desarrollo de medicamentos.

Con el descubrimiento de la secuencia del genoma humano se abren las puertas a una gran cantidad de avances, los que generarán varios cambios en la oferta de servicios médicos. Indudablemente nuevos servicios de biotecnología y biomedicina, particularmente en el campo de la medicina personalizada, conquistarán el mercado de la salud.

A modo de ejemplo la asociación norteamericana de productores de medicamentos estima que tan sólo en los EUA se pierden 100 millones de dólares anuales a causa del uso de medicamentos que no son apropiados o causan efectos secundarios peligrosos en los pacientes. Ésta es una razón que justifica la búsqueda de características particulares en el material genético de cada individuo. Es necesario señalar que 99,9% del material genético es igual para todos los seres humanos, mientras en el 0,01% restante se encuentran diferencias, las cuales podrían determinar, por ejemplo, la respuesta o no a un medicamento determinado. El conocimiento de esta información hace posible un tratamiento personalizado, más preciso y efectivo. Con la ayuda de un proceso de diagnóstico apropiado, se puede determinar que tipo de medicina es la más indicada para un determinado paciente.

En este contexto, los procesos de diagnóstico también adquirirán mayor relevancia con el fin de detectar tempranamente anomalías y posibilitar tratamientos que incluyan componentes de prevención. Actualmente, en promedio tan sólo 1% de los costos totales en el sector salud corresponden a servicios de laboratorio. Sin embargo, éstos proveen de información y servicios que tienen un alto potencial para mejorar la eficiencia y efectividad en el cuidado de la salud, lo que a su vez implica una optimización en el restante 99% de los costos.

El potencial de desarrollo que ofrecen los laboratorios posibilita su vinculación con el desarrollo de nuevos tipos de servicios biomédicos. Así por ejemplo, con avances en el diagnóstico se podrían lograr mejores expectativas de éxito en el tratamiento para enfermos de cáncer. Más del 90% de los pacientes de cáncer podrían, con los actuales métodos terapéuticos, prolongar su vida 5, 10 o más años, si la enfermedad fuese detectada oportunamente. Las mejores oportunidades para mejorar el diagnóstico de los pacientes de cáncer en el corto plazo radican en los avances en el diagnóstico molecular.

Los servicios biotecnológicos y biomédicos tienen un alto potencial de desarrollo, entre otras, en las áreas de diagnóstico y prevención. Los análisis llevados a cabo hasta la fecha en empresas de servicio Alemanas muestran que, al contrario de lo que sucede en empresas de biotecnología en las áreas de desarrollo de medicamentos, el capital requerido para posicionar exitosamente los servicios ofrecidos en el mercado es bastante menor. Los períodos de desarrollo fluctúan entre los dos y cinco años, mientras que el retorno de la inversión puede ser alcanzado en cinco años. Estas experiencias ofrecen, a su vez, modelos de negocio que pueden ser aplicados en regiones, aunque no se cuente con inversionistas u otras fuentes de capital de riesgo.

¿Qué estrategias regionales existen para el establecimiento exitoso de servicios biomédicos? Para el desarrollo y posicionamiento de servicios biomédicos, es fundamental la cooperación con los actores que interactúan directamente con el paciente, es decir, las clínicas y consultorios médicos. El establecimiento sistemático de relaciones de cooperación se puede lograr bajo un concepto de “red de innovación integrada”. Estas redes se forman sobre la base de la clásica red de atención integrada, en la que los distintos prestadores de servicios médicos (clínicas, consultas médicas, centros de rehabilitación) como también empresas aseguradoras e instituciones de salud previsional están unidos a través de nuevos sistemas de desarrollo, gestión y control. Estas redes forman, a su vez, asociaciones con empresas farmacéuticas, de biotecnología, de tecnologías médicas y de tecnologías de la información, con el fin de pasar de simples relaciones de proveedores al desarrollo conjunto de nuevos procedimientos, métodos de tratamiento y soluciones electrónico-informáticas, de acuerdo a la introducción de medicina de última generación. Dichas asociaciones pueden desarrollar y ofrecer nuevos productos y servicios notablemente más rápidos. Los participantes, prestadores de servicio y aseguradoras pueden así, a través de métodos innovadores, destacarse frente a la competencia. Además, tales redes pueden desarrollar en conjunto vías de tratamiento optimizadas basadas

en nuevos métodos de diagnóstico y terapia, para luego comercializarlas externamente. Idealmente el núcleo de estas redes está constituido por grandes clínicas o clínicas asociadas a una universidad. Un ejemplo de esta tendencia son los centros de investigación terapéutica que se han formado en Alemania. En estos centros convergen las competencias de distintos actores y se coordinan una serie de actividades, por ejemplo, el contenido y ejecución de estudios clínicos, la coordinación de los participantes, las adquisiciones de insumos y las llamadas “investigaciones traductoras”, es decir, la traducción de conocimientos científicos en el tratamiento de los pacientes. El propio personal de la red es capacitado para la ejecución de estudios clínicos y forma parte fundamental del centro de investigaciones terapéuticas.

De esta forma, todos los integrantes de la red son beneficiados; las universidades pueden acceder a fondos de terceras partes para invertir en áreas más importantes estratégicamente destacando así en el entorno científico; las empresas farmacéuticas disponen de estudios y resultados confiables en tiempos cortos y además, deben invertir menos recursos propios.

#### **4.2.4 Protección de la propiedad intelectual en biotecnología**

Existe una percepción de desprotección de la propiedad intelectual en el MERCOSUR. Las penas contempladas en los códigos tributarios para delitos relacionados con la propiedad intelectual son bajas y el trámite es excesivamente burocrático. Esto lleva a que las empresas y las instituciones de investigación tengan una percepción de desprotección de sus innovaciones, a que se desincentive la generación de conocimiento en la región e incluso a que dichas organizaciones decidan dejar el mercado de MERCOSUR. Por otro lado, el período que transcurre entre la solicitud de una patente y la obtención de ésta puede, en algunos casos, extenderse por 6 o 7 años. Obviamente, una empresa no puede planificar sus actividades de I&D si no tiene por lo menos una estimación razonable del tiempo que demorará en obtener los beneficios de una patente.

La protección de la propiedad intelectual juega un rol fundamental para el desarrollo de la biotecnología en el MERCOSUR. Al respecto, las universidades, institutos de investigación y empresas deben apoyar y fomentar este proceso, adoptando una política de protección del conocimiento, tanto a nivel nacional como internacional y sugiriendo las acciones que se deben tomar para facilitar el desarrollo y la presentación exitosa de las solicitudes. Por otro lado, el estado debe agilizar los procesos relacionados con las solicitudes de patentes en el tema de biotecnología, de modo que éstos estén adaptados a las normas internacionales.

#### **4.2.5 Formación de recursos humanos como base fundamental del desarrollo biotecnológico en el MERCOSUR**

La formación de recursos humanos en un sector tan estratégico para la región, como es la biotecnología, debe ser una de las prioridades en el marco de las políticas nacionales de biotecnología.

La discusión no debe centrarse en la existencia o no de suficientes programas de formación de recursos humanos en biotecnología a nivel de pre y postgrado. Más bien, debe considerarse la capacidad del sistema biotecnológico de MERCOSUR (en el sector académico e industrial) de absorber y mantener a los profesionales que se están formando. El número de profesionales y doctores que existen actualmente satisface principalmente la demanda académica. Sin embargo, en el sector empresarial, aún no se han desarrollado en forma plena las capacidades que le permitan emplear recursos humanos de esta categoría.

Se hace necesario fomentar la investigación a nivel privado, principalmente en empresas de biotecnología, aunque ésta sea realizada con fondos estatales en una primera etapa. Sería deseable un fondo específico adaptado para biotecnología que tenga en cuenta las características especiales de este tipo de investigación. Esto aumentará considerablemente la oferta para profesionales y académicos en el sector biotecnológico, exigirá la creación de nuevos programas de formación en biotecnología (quizás más específicos) y podría colaborar con su mantención, a través de becas u otros instrumentos. También se debe fomentar el espíritu emprendedor en los profesionales y académicos del sector biotecnológico. Al incorporar tópicos de capacidad de emprendimiento en los programas de formación u ofrecer instancias de complementación (a nivel de postítulo o postgrado), se estará favoreciendo el desarrollo productivo. Los profesionales estarán capacitados para identificar oportunidades en el sector biotecnológico, generar soluciones y, en la medida de lo posible, llevarlas a una escala comercial mediante la generación de empresas. La existencia de becas para proseguir estudios de postgrado en biotecnología es un aspecto fundamental para un aumento de las capacidades en este sector.

Las becas de doctorado para estudios en el extranjero constituyen otra alternativa de formación. Si bien no son muchas, éstas permiten que algunos estudiantes puedan completar su programa de doctorado en instituciones internacionales de alto nivel. Es necesario establecer los acuerdos necesarios que permitan aumentar el número de becas para estudios en

el extranjero. Estas becas podrían ser de dos tipos: estancias cortas para reforzar investigaciones que se realizan en el país y que requieren experimentos para los cuales no existe la infraestructura; y becas de postdoctorado para continuar la formación de los investigadores que alcanzaron el nivel de Doctor en el MERCOSUR y que requieren una experiencia en centros con liderazgo mundial en áreas específicas de la biotecnología. En este caso se debe tener especial cuidado de no provocar una “fuga de cerebros” y continuar con la paradoja de que los países en vías de desarrollo, nutran de científicos de alto nivel a las naciones más desarrolladas. Se deben ofrecer buenas posibilidades de desarrollo para que los becarios tengan acceso a los mejores centros de investigación en países extranjeros, con el fin de que los conocimientos adquiridos sean aplicados en la región. Para tal efecto, junto al programa de estudios en el extranjero, debe existir un mecanismo de reinserción en el sistema nacional.

## 5 BIBLIOGRAFIA

Andersson, Å. E. [et al.]

1993 Øresundsregionen. Kreativitet, integration, vækst. Munksgaard, Copenhagen.

Asheim, B.T. [et al.]

2000 Localised Knowledge, Interactive Learning and Innovation: Between Regional

Networks and Global Corporations, in: Vatne, E. [et al.] [Eds]: The Networked Firm in a Global World. Small Firms in New Environments. Ashgate, 163-198.

Becker, R. [et al.]

2000 The Genesis of Venture Capital: Lessons from the German Experience, Research Paper Series, Stanford University, Stanford.

Boston Consulting Group

2002 Commercial Attractiveness of Biomedical R&D in Medicon Valley. In: <http://www.mediconvalley.com/images/publications/Commercial%20attractiveness%20of%20biomedical%20RD%20in%20Medicon%20Valley%20-BCG%20Nov%202002.pdf> [19.06.2008].

Brusco, S.

1990 The Idea of the Industrial District: Its Genesis, in: Pyke, F. [et al.] [Eds.]: Industrial Districts and Inter-firm Co-operation in Italy, Genf, 10-19.

## Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

- 2001 Rahmenprogramm Biotechnologie - Chancen nutzen und gestalten, Bonn, in: [http://www.bmbf.de/pub/rahmenprogramm\\_biotechnologie.pdf](http://www.bmbf.de/pub/rahmenprogramm_biotechnologie.pdf) [22.04.2008].
- 2007 Weiße Biotechnologie. Chancen für neue Produkte und umweltschonende Prozesse, Berlin.
- [2008] Biotechnologie in Deutschland – Zukunft vor der Haustür. In: <http://www.biotechnikum.eu/biotechnologie/einsatz-und-nutzen/biotechnologie-in-deutschland.html> [22.04.2008].

## Busch, R. J. [et al.] [Eds.]

- 2008 Biotechnologie in gesellschaftlicher Deutung, München, in: <http://www.utz.de/buecher/40747les.pdf> [07.04.2008].

## Chiaroni, D. [et al.]

- 2005 ScienceDirect - Technovation : Forms of creation of industrial clusters in biotechnology,” In: [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6V8B4HC6KMJ3&\\_user=6630200&\\_coverDate=09%2F30%2F2006&\\_alid=736693372&\\_rdoc=6&\\_fmt=high&\\_orig=mlkt&\\_cdi=5866&\\_st=17&\\_docanchor=&\\_ct=15&\\_acct=C000052823&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=6630200&md5=f1f96c4236d6a26eadd8a58e19e1c720#sec2](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V8B4HC6KMJ3&_user=6630200&_coverDate=09%2F30%2F2006&_alid=736693372&_rdoc=6&_fmt=high&_orig=mlkt&_cdi=5866&_st=17&_docanchor=&_ct=15&_acct=C000052823&_version=1&_urlVersion=0&_userid=6630200&md5=f1f96c4236d6a26eadd8a58e19e1c720#sec2).

## Cooke, P.

- 2001 New Economy Innovation Systems: Biotechnology in Europe and the USA, in: Industry and Innovation, 8(3), 267-289.

## Délégation interministérielle à l'aménagement et à la compétitivité des territoires (DIACT)

- [2008] Les pôles de compétitivité. In: <http://www.competitivite.gouv.fr> [20.07.2008].

## Deutsche Industrievereinigung Biotechnologie (DIB) [Ed.]

- 2007 Die wirtschaftliche Bedeutung von Biotechnologie und Gentechnik in Deutschland, Frankfurt am Main, in: [http://www.dib.org/template\\_downloads/tmp\\_DIB/Biotech\\_2007\\_Internet~DokNr~82449~p~110.pdf](http://www.dib.org/template_downloads/tmp_DIB/Biotech_2007_Internet~DokNr~82449~p~110.pdf)[15.04.2008].

Deutsche Vereinigung für Finanzanalyse und Asset Management (DVFA) e.V. [Ed.]

2005 Life Science am Kapitalmarkt, Frankfurt am Main, in: [http://www.dib.org/template\\_downloads/tmp\\_DIB/DVFA%20Life%20Science%20am%20Kapitalmarkt~DokNr~116127~p~110.pdf](http://www.dib.org/template_downloads/tmp_DIB/DVFA%20Life%20Science%20am%20Kapitalmarkt~DokNr~116127~p~110.pdf) [21.04.2008].

Dohse, D.

2000 Technology Policy and the Regions - the Case of the BioRegio Contest, in: *Research Policy*, 29(9), 1111-1133.

Dornberger, U. [et al.]

2002 Caracterización de la Industria Biotecnológica Chilena, Santiago de Chile.

Enriquez, J.

2001 ScienceDirect - Trends in Biotechnology : Green biotechnology and European competitiveness,” [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6TCW42HNTXHY&\\_user=6630200&\\_coverDate=04%2F01%2F2001&\\_alid=761940685&\\_rdoc=4&\\_fmt=high&\\_orig=search&\\_cdi=5181&\\_sort=r&\\_docanchor=&view=c&\\_ct=18&\\_acct=C000052823&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=6630200&md5=878ceebfc921cbbd58e1b8bf5d76f35c](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6TCW42HNTXHY&_user=6630200&_coverDate=04%2F01%2F2001&_alid=761940685&_rdoc=4&_fmt=high&_orig=search&_cdi=5181&_sort=r&_docanchor=&view=c&_ct=18&_acct=C000052823&_version=1&_urlVersion=0&_userid=6630200&md5=878ceebfc921cbbd58e1b8bf5d76f35c).

Enzing, C. (Ed.)

2007a BioPolis. Inventory and analysis of national public policies that stimulate biotechnology research, its exploitation and commercialisation by industry in Europe in the period 2002–2005. Final Report. In: [http://ec.europa.eu/research/biosociety/pdf/biopolis-finalreport\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/biosociety/pdf/biopolis-finalreport_en.pdf) [20.08.2008].

2007b BioPolis. Inventory and analysis of national public policies that stimulate biotechnology research, its exploitation and commercialisation by industry in Europe in the period 2002–2005. National Reports. In: [http://ec.europa.eu/research/biosociety/library/brochures\\_reports-biopolis\\_en.htm](http://ec.europa.eu/research/biosociety/library/brochures_reports-biopolis_en.htm) [20.08.2008].

## Ernst &amp; Young [Ed.]

- 2001 Integration - Ernst & Young's Eight Annual European Life Science Report 2001, Cambridge.
- 2003a Resilience - Americas Biotechnology Report 2003, New York.
- 2003b Zeit der Bewährung - Deutscher Biotechnologiereport 2003, Mannheim.
- 2005 Kräfte der Evolution - Deutscher Biotechnologiereport 2005, Mannheim.
- 2006 Beyond Borders. Global Biotechnology Report 2006, in: [http://www.ey.com/Global/assets.nsf/International/Industry\\_Biotechnology\\_DisclosuresInBiotech06/\\$file/Industry\\_Biotechnology\\_DisclosuresInBiotech11-06.pdf](http://www.ey.com/Global/assets.nsf/International/Industry_Biotechnology_DisclosuresInBiotech06/$file/Industry_Biotechnology_DisclosuresInBiotech11-06.pdf) [15.04.2008].
- 2007a Beyond Borders. Global Biotechnology Report 2007, in: [http://www.ey.com/Global/assets.nsf/International/Industry\\_Biotechnology\\_Beyond\\_Borders\\_2007\\_Full/\\$file/BeyondBorders2007.pdf](http://www.ey.com/Global/assets.nsf/International/Industry_Biotechnology_Beyond_Borders_2007_Full/$file/BeyondBorders2007.pdf) [15.04.2008].
- 2007b Medienmitteilung vom 16.04.2007, in: <http://www2.eycom.ch/media/mediareleases/releases/20070416/de.aspx> [24.04.2008].

## EuropaBio [et al.] [Ed.]

- 2006 Biotechnology in Europe: 2006 Comparative Study, in: <http://www.europabio.org/CriticalI2006/Critical2006.pdf> [07.04.2008].

## EuropaBio [Ed.]

- [2008] EU Biotech Strategy, in: [http://www.europabio.org/eu\\_strategy.htm](http://www.europabio.org/eu_strategy.htm) [06.05.2008].

## Comisión Europea [Ed.]

- 2002a Life Sciences and Biotechnology - A Strategy for Europe, in: [http://ec.europa.eu/biotechnology/pdf/com2002-27\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/biotechnology/pdf/com2002-27_en.pdf) [06.05.2008].
- 2002b Regionale Cluster in Europa, Luxemburg, in: [http://www.eim.nl/observatory\\_7\\_and\\_8/de/reports/2001/pdf/smes\\_2002\\_rep3\\_de.pdf](http://www.eim.nl/observatory_7_and_8/de/reports/2001/pdf/smes_2002_rep3_de.pdf) [06.05.2008].
- 2002c Innovation and Competitiveness in European Biotechnology, in: [http://ec.europa.eu/enterprise/library/enterprise-papers/pdf/enterprise\\_paper\\_07\\_2002.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/library/enterprise-papers/pdf/enterprise_paper_07_2002.pdf) [15.04.2008].
- 2005a Best Practices of Public Support for Early-Stage Equity Finance, in: [http://www.insme.org/documenti/report\\_early-stage\\_equity\\_finance.pdf](http://www.insme.org/documenti/report_early-stage_equity_finance.pdf) [07.04.2008].

- 2005b European Industry: A Sectoral Overview, Brüssel, in: [http://ec.europa.eu/enterprise/enterprise\\_policy/industry/com\\_2005/sec\\_2005\\_1216.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/enterprise_policy/industry/com_2005/sec_2005_1216.pdf) [24.04.2008].
- 2006a Eurobarometer 64.3: Europeans and Biotechnology in 2005: Patterns and Trends, in: <http://www.biotechnologie.de/bio/generator/Redaktion/PDF/de/eurobarometer-2006,property=pdf.pdf> [22.04.2008].
- 2006b European Industry: A Sectoral Overview, Technical Update – 2006, Brüssel, in: [http://ec.europa.eu/enterprise/enterprise\\_policy/industry/doc/sec\\_overview\\_update06.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/enterprise_policy/industry/doc/sec_overview_update06.pdf) [24.04.2008].
- 2007a Competitiveness of the European Biotechnology Industry, in: [http://www.europabio.org/documents/biotech\\_analysis\\_competitiveness.pdf](http://www.europabio.org/documents/biotech_analysis_competitiveness.pdf) [16.04.2008].
- 2007b Consequences, Opportunities and Challenges of Modern Biotechnology for Europe 2007, Luxemburg, in: <http://bio4eu.jrc.es/documents/eur22728en.pdf> [07.04.2008].

Fisher, R.

- 2006 Biotechnology looks to the Future. In: New Scientist magazine, 2576: 58-61. (04.11.2006). In: <http://www.newscientist.com/article/mg19225762.000-getting-better-all-the-time.html> [20.08.2008].

FMP Marine Biotechnology Group

- 2005 A Study into the Prospects for Marine Biotechnology Development in the United Kingdom, in: <http://www.berr.gov.uk/files/file10469.pdf> [07.04.2008].

Genentech [Ed.]

- [2008] Corporate Chronology, in: <http://www.gene.com/gene/about/corporate/history/timeline.html> [29.04.2008].

Giesecke, S.

- 2000 The Contrasting Roles of Government in the Development of Biotechnology Industry in the US and Germany, in: Research Policy, 29(2), 205-223.

Grabher, G.

- 1993 The Weakness of strong Ties. The Lock-in of Regional Development in the Ruhr Area. In: Grabher, G. [Ed.]: The embedded Firm. On the Socio-economics of Industrial Networks, London, 255-277.

Harrison, B. [et al.]

- 1996 Innovative Firm behaviour and Local Milieu: Exploring the Intersection of Agglomeration, Firm Effects, and Technological Change, in: Economic Geography, 72(3), 233-258.

Hatti-Kaul, R. [et al.]

- 2006 ScienceDirect - Trends in Biotechnology : Industrial biotechnology for the production of bio-based chemicals – a cradle-to-grave perspective,. [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6TCW-4MV719J1&\\_user=6630200&\\_coverDate=03%2F31%2F2007&\\_alid=761945918&\\_rdoc=5&\\_orig=search&\\_cdi=5181&\\_docanchor=&view=c&\\_ct=436&\\_acct=C000052823&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=6630200&\\_fmt=full&md5=9611a52dfed4174a71579ea6b17047ae#secx5](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6TCW-4MV719J1&_user=6630200&_coverDate=03%2F31%2F2007&_alid=761945918&_rdoc=5&_orig=search&_cdi=5181&_docanchor=&view=c&_ct=436&_acct=C000052823&_version=1&_urlVersion=0&_userid=6630200&_fmt=full&md5=9611a52dfed4174a71579ea6b17047ae#secx5).

Horton, B.

- 1999 Medicon Valley: A Bridge to Collaboration, in: Nature, 395, 412-413.

Kuusi, H.

- 2001 Finland: A European Leader in Biotechnology, in: Kemia-Kemi, 28(6), 432-437.

“L’environnement Recherche de Centrale Marseille.”

o.J. <http://www.ec-marseille.fr/pages.cgi?nav=principal&id=97&langue=fr>.

London Biotechnology Network

- 2007 “Life Science Clusters. The magazine for pharmaceutical and bio-clusters. Spring 2007,” <http://www.londonbiotechnology.co.uk/uploads/documents/clusters.pdf>.

Lorenz, P. [et al.]

2005 “ScienceDirect - Trends in Biotechnology : White biotechnology: differences in US and EU approaches?,”[http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6TCW4HDG9431&\\_user=6630200&\\_coverDate=12%2F31%2F2005&\\_alid=761945918&\\_rdoc=16&\\_fmt=high&\\_orig=search&\\_cdi=5181&\\_docanchor=&view=c&\\_ct=436&\\_acct=C000052823&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=6630200&md5=cbc3121fae61041547d1258e354d21d3#tbx1](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6TCW4HDG9431&_user=6630200&_coverDate=12%2F31%2F2005&_alid=761945918&_rdoc=16&_fmt=high&_orig=search&_cdi=5181&_docanchor=&view=c&_ct=436&_acct=C000052823&_version=1&_urlVersion=0&_userid=6630200&md5=cbc3121fae61041547d1258e354d21d3#tbx1).

Löfsten, H. [et al.]

2001 “ScienceDirect - Research Policy : Science Parks and the growth of new technology-based firms—academic-industry links, innovation and markets,”  
[http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6V77-45KYWP72&\\_user=6630200&\\_coverDate=08%2F31%2F2002&\\_alid=756005800&\\_rdoc=2&\\_fmt=high&\\_orig=search&\\_cdi=5835&\\_sort=r&\\_docanchor=&view=c&\\_ct=392&\\_acct=C000052823&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=6630200&md5=8d9feec00a4ea15280a15243f07e787](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V77-45KYWP72&_user=6630200&_coverDate=08%2F31%2F2002&_alid=756005800&_rdoc=2&_fmt=high&_orig=search&_cdi=5835&_sort=r&_docanchor=&view=c&_ct=392&_acct=C000052823&_version=1&_urlVersion=0&_userid=6630200&md5=8d9feec00a4ea15280a15243f07e787).

Medicon Valley Alliance [Ed.]

2007 Medicon Valley. In: <http://www.mediconvalley.com/images/publications/Medicon%20Valley%202007.pdf> [19.06.2008].

Meyer-Stamer, J.

2000 Michael E. Porter (\* 1947). Das Cluster-Konzept: Wettbewerbsvorteile muss man sich schaffen. In: E+Z - Entwicklung und Zusammenarbeit, 2: 40-43.

Ministerium für Wirtschaft und Arbeit in NRW (MWA) [et al.] [Eds.]

[2008] Instrumente für eine neue regionale Innovationspolitik in der wissensbasierten Wirtschaft – Analyse von Beispielen guter Praxis. Steckbrief. Medicon Valley (Zenit GmbH). In: [http://innovative-milieus.zenit.de/download/Steckbrief\\_Medicon\\_Valley\\_final.pdf](http://innovative-milieus.zenit.de/download/Steckbrief_Medicon_Valley_final.pdf) [19.06.2008].

Momma, S. [et al.]

- 1998 “ScienceDirect - Technovation : Developments in new biotechnology firms in Germany,” [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6V8B3W54J6C1&\\_user=6630200&\\_coverDate=02%2F28%2F1999&\\_alid=729567547&\\_rdoc=20&\\_fmt=high&\\_orig=search&\\_cdi=5866&\\_sort=r&\\_docanchor=&view=c&\\_ct=195&\\_acct=C000052823&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=6630200&md5=39c233c1129818caa6e5b2f5dd406b4e](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V8B3W54J6C1&_user=6630200&_coverDate=02%2F28%2F1999&_alid=729567547&_rdoc=20&_fmt=high&_orig=search&_cdi=5866&_sort=r&_docanchor=&view=c&_ct=195&_acct=C000052823&_version=1&_urlVersion=0&_userid=6630200&md5=39c233c1129818caa6e5b2f5dd406b4e).

Mytelka, L. [et al.]

- 2001 Can SME Survive? Static vs. Dynamic Externalities in the French Biotechnology Industry. Paper to be presented at the DRUID Summer Conference, Aalborg, June 12-15.

Närings- och teknikutvecklingsverket (NUTEK)

- 2001 Innovative Clusters in Sweden – Practical Lessons from Regional Cluster Building, Stockholm.

Nusser, M. [et al.] [Eds.]

- 2007 Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigungspotenziale der Biotechnologie in Deutschland, Düsseldorf, in: [http://www.isi.fraunhofer.de/t/projekte/wettbewerb\\_beschaeft\\_pot\\_bt.pdf](http://www.isi.fraunhofer.de/t/projekte/wettbewerb_beschaeft_pot_bt.pdf) [15.04.2008].

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) [Ed.]

- 2001 Issues paper. World Congress on Local Clusters: Local Networks of Enterprises in the World Economy, Paris, 23.-24. Januar 2001.
- 2005 Statistical Definition of Biotechnology, in: [http://www.oecd.org/document/42/0,3343,en\\_2649\\_34537\\_1933994\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/document/42/0,3343,en_2649_34537_1933994_1_1_1_1,00.html) [21.04.2008].
- 2006 Biotechnology Statistics 2006, in: <http://www.oecd.org/dataoecd/51/59/36760212.pdf> [24.04.2008].

Orsenigo, L. [et al.]

- 2001 Technological Change and Network Dynamics, in: *Research Policy*, 30, 485-508.

Owen-Smith, J. [et al.]

- 2001 "A Comparison of U.S. and European University-Industry Relations in the Life Sciences," LEM Papers Series 2001/03, Pisa, Italy.

Pammolli, F. [et al.]

- 2001 Geographical Clusters in the Biotechnology Industry, EPRIS working paper, University of Siena.

Patzelt, H.

- 2005 Bioentrepreneurship in Germany. Industry Development, M&As, Strategic Alliances, Crisis Management, and Venture Capital Financing, Bamberg, in: <http://www.opus-bayern.de/uni-bamberg/volltexte/2006/86/pdf/patzelt.pdf> [22.04.2008].

Peter, V.

- 2004 International benchmarking of biotech research centers – lessons and perspectives. In: Nature Biotechnology, 22, 5: 633-635.

Pinch, S. [et al.]

- 1999 Paul Krugman's Geographical Economics, Industrial Clustering and the British Motor Sport Industry, Regional Studies, Bd. 33(9), 815-827.

Porter, M.

- 1990 The Competitive Advantage of Nations, London.
- 1998a Clusters and Competition: New Agendas for Companies, Governments, and Institutions, in: Porter, M.: On Competition, Boston, 197-288.
- 1998b Clusters and the New Economics of Competition, Harvard Business Review, 77-90.

Postlewait, A [et al.]

- 1992 “The advent of biotechnology and technology transfer in agriculture,”. [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=MImg&\\_imagekey=B6V71-45K6RV6371&\\_cdi=5829&\\_user=6630200&\\_orig=search&\\_coverDate=06%2F30%2F1993&\\_sk=999569996&view=c&wchp=dGLbVtbzSkWA&md5=82eb3ea602b64c9c1fcbbde3fbd9bde2&ie=/sdarticle.pdf](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MImg&_imagekey=B6V71-45K6RV6371&_cdi=5829&_user=6630200&_orig=search&_coverDate=06%2F30%2F1993&_sk=999569996&view=c&wchp=dGLbVtbzSkWA&md5=82eb3ea602b64c9c1fcbbde3fbd9bde2&ie=/sdarticle.pdf).

Prevezer, M.

- 2001 Ingredients in the Early Development of the US Biotechnology Industry, in: Small Business Economics, 17(1-2), 17-29.

Provence Promotion

- s.A. “Provence Promotion biotechnology compañías France Europe biomedical research.” <http://www.investinprovence.com/eng/excellence/biotech.html>.

Reiss, T. (et al.)

- 2004 Performance of European Member States in biotechnology. In: Science and Public Policy 31, 5: 344-358.

Sainsbury, L.

- 2003 Comment: the UK Government's Strategic Approach to the Biotechnology Industry, in: Journal of Commercial Biotechnology, 9(3), 189-191.

Sandström, A. [et al.]

- 2003 Swedish Biotechnology – scientific publications, patenting and industrial development. Stockholm.

Schramm-Klein, H.

- 2005 Wettbewerb und Kooperation in regionalen Branchenclustern. In: Zentes, J. [et al.] [Eds.]: Kooperationen, Allianzen und Netzwerke. Grundlagen - Ansätze - Perspektiven, Wiesbaden: 531-556.

Senker, J. [et al.]

- 2002 An International Benchmark of Biotech Research Centres. Final Report. Brighton.

Stahler, T. [et al.]

2006 Evaluation der Fördermaßnahmen BioRegio und BioProfile, Berlin, in: <http://www.biotechnologie.de/bio/generator/Redaktion/PDF/de/Studien/bioregio-evaluation-2007,property=pdf.pdf> [22.04.2008].

Storper, M.

1997 The Regional World: Territorial Development in a Global Economy, New York.

Storper, M. [et al.]

1989 The Capitalist Imperative. Territory, Technology, and Industrial Growth, New York.

Stuart, T. [et al.]

2005 “ScienceDirect - Research Policy : Vertical alliance networks: The case of university–biotechnology–pharmaceutical alliance chains,”. <http://www.sciencedirect.com/scienc>

Wagner, B.

2000 Die Biotech-Aktie: Investieren in den Markt der Zukunft, 95 – 99.

Zentrum für Innovation und Technik in NRW (ZENIT)

2008 Steckbrief Medicon Valley. In: [http://innovative-milieus.zenit.de/download/Steckbrief\\_Medicon\\_Valley\\_final.pdf](http://innovative-milieus.zenit.de/download/Steckbrief_Medicon_Valley_final.pdf) [23.07.2008].

[http://www.suschem.org/media/document/38\\_2060ctp\\_final.pdf](http://www.suschem.org/media/document/38_2060ctp_final.pdf).

<http://www.bioparkgatersleben.de//>

<http://www.weisse-biotechnologie.net>

## 6 ANEXOS

### ANEXO 1

#### DESARROLLO DE LA BIOTECNOLOGÍA EN LA UNIÓN EUROPEA - REPORTE DE PAISES -

Este anexo analiza el rendimiento en biotecnología de algunos países europeos en diferentes periodos de tiempo – dependiendo de la disponibilidad de información – basado en un rango de indicadores de eficiencia científica y de comercialización. Las tendencias nacionales toman como punto de referencia a los 25 estados miembros de la UE y a los Estados Unidos.

La presentación del rendimiento está estructurada en tres áreas principales: base de conocimientos, procesos de transferencia y aplicación de conocimiento, y desarrollo industrial. Los cuadros finales dan una visión general de los principales actores en investigación de los correspondientes estados europeos.

La siguiente compilación da un vistazo a los estados aquí escogidos:

	Bélgica		Italia
	Dinamarca		Noruega
	Finlandia		España
	Francia		Suecia
	Alemania		Suiza
	Reino Unido		

### BIOTECNOLOGÍA EN BÉLGICA<sup>56</sup>

#### 1. Base de conocimiento

Entre el periodo 1994-2004, Bélgica incrementó levemente sus resultados en cuanto a publicaciones biotecnológicas por millón de habitantes (de un índice de 160 en el periodo 1994-1996 a un índice de 165 en el periodo 2002-2004). En el mismo periodo de tiempo, el número de publicaciones en Estados

<sup>56</sup> Tomado de Enzing [et al.] (2007b); OECD (2006).

Unidos descendió de un índice de 208 entre 1994 y 1996, a 166 entre 2002 y 2004. Con este descenso en los Estados Unidos, el volumen de publicaciones de Bélgica alcanzó el mismo nivel que en Estados Unidos. Bélgica obtuvo un rendimiento considerablemente mayor en su número de publicaciones de biotecnología que los 25 estados de la unión europea (EU25) (índice = 100); pero si el número de publicaciones biotecnológicas es visto en relación a los gastos públicos en investigación y desarrollo en biotecnología, entonces Bélgica tuvo un menor rendimiento.

Aunque el número de publicaciones biotecnológicas aumentó en el decenio (1994-2004), la participación de publicaciones biotecnológicas de Bélgica en relación al número total de publicaciones que produjo, disminuyó (de un índice de 111 en 1994-1996 a un índice de 104 en 2002-2004). Sin embargo excedió el promedio de los 25 estados de la UE25. Las cifras en Estados Unidos fueron levemente superiores. Al considerar el número de citas por publicación de la biotecnología, Bélgica registró un rendimiento más sólido que los EUA y la UE25 entre 1994-1998.

Por lo tanto, el número de citas en Bélgica disminuyó y alcanzó el mismo nivel que en los EUA, mientras se mantuvo sobre el promedio de la UE25. Teniendo en cuenta el número de graduados en ciencias de la vida por millón de habitantes entre 1994 y 2004, Bélgica estuvo bajo el nivel de la UE25 y EUA. El número de graduados descendió levemente de un índice de 85 en 1998 a un índice de 77 en 2002, mientras que en EUA descendió dramáticamente de 321 a 131 en el mismo período.

Las publicaciones biotecnológicas de Bélgica son especialmente numerosas en el campo de la salud humana y genérica, seguida a una distancia considerable por la biotecnología verde. Si comparamos las cifras para 1994-1996 y 2002-2004, podemos observar que la situación apenas ha cambiado. Una comparación entre ambos periodos muestra un incremento de 55% a 57% en cuanto a participación de biotecnología en salud humana, mientras la participación de biotecnología genérica disminuyó de 29% a 23%. Es interesante anotar que la distribución de publicaciones biotecnológicas a lo largo de varios campos de investigación en Bélgica, siguió más o menos la misma distribución que en EUA y en la UE25.

Si se considera el índice de crecimiento de publicaciones biotecnológicas en los diferentes sub-campos, las publicaciones biotecnológicas de alimentos en particular, ganaron espacio superando los niveles en EUA y en la UE25. El número de publicaciones en biotecnología de alimentos aumentó un 221% entre los periodos 1994-1996 y 2002-2004. La biotecnología industrial (+113%), biotecnología animal (+95%) y la biotecnología ambiental (+77%) también aumentaron, de nuevo superando a EUA y la UE25. Sin embargo el considerable aumento en publicaciones en estos sub-campos, no resultó en sustanciales aumentos participativos en el número total de publicaciones biotecnológicas. La

biotecnología de salud humana y la biotecnología genérica se mantuvieron como los mayores subcampos.

## **2. Transmisión y aplicación de conocimiento**

Bélgica generalmente sigue la tendencia de EUA cuando se tiene en cuenta el número de patentes por publicación. Tanto los EUA como Bélgica, aumentaron sus cifras entre los periodos 1994-1996 y 1998-2000; Bélgica con un 20% y los EUA con un 7,7%. Sin embargo ambos países experimentaron un descenso en sus cifras entre los periodos 1998-2000 y 2001-2003; en ambos casos por más del 20%. No obstante, Bélgica y los EUA aún se desenvuelven mejor que la UE25. Para Bélgica, se nota una tendencia similar al considerar el número de patentes por millón de habitantes. De nuevo, el índice para el número de patentes por millón de habitantes aumentó en 23% entre los periodos 1994-1996 y 1998-2000, y disminuyó casi un 28% entre los periodos 1998-2000 y 2001-2003. En los EUA, el número de patentes por millón de habitantes aumentó dramáticamente durante esos periodos, en más de un 35%. Los índices de Bélgica y EUA se mantuvieron el doble de altos que los de la UE25.

## **3. Desarrollo industrial**

Aunque Bélgica no ha alcanzado el mismo nivel de creación de nuevas compañías biotecnológicas que tienen EUA y la UE25, aún se beneficia de su largo historial en biotecnología. Con un índice de 125 en 2001 y 135 en 2003, Bélgica tiene más firmas biotecnológicas por millón per cápita que EUA y la UE25. En el período entre 2002-2005, hubo dos compañías biotecnológicas belgas listadas en la bolsa de valores (Oferta Pública Inicial – IPO por sus siglas en inglés). Una compañía belga ingreso a la bolsa de valores Euronext en Bruselas en 2002, pero ya había sido listada en la sucursal europea de NASDAQ desde 1996.

La relativamente débil posición de Bélgica en cuanto a creación de empresas también se refleja en el volumen de capital de riesgo per cápita disponible para compañías biotecnológicas. El índice para Bélgica fue más de 2.5 veces inferior que el de EUA tanto en 2002 como en 2004. En 2002, Bélgica inclusive se rezagó ante las cifras de la UE25. Sin embargo, el monto de capital de riesgo disponible para biotecnología aumentó casi en 27% en 2004, dando como resultado unas cifras levemente más altas que las de la UE25.

## **4. Principales actores en la investigación biotecnológica**

Los principales actores se muestran en las siguientes tablas.

Principales actores en investigación biotecnológica a nivel federal

<b>Institución</b>	<b>Área de investigación</b>
Oficina Federal Belga de Política Científica	Socio en el ERA-NET para biotecnología industrial

Principales actores en investigación biotecnológica en Flanders

<b>Instituto</b>	<b>Área de investigación</b>
Instituto Inter-universitario de Biotecnología de Flanders	Investigación biotecnológica
Universidad de Gante	Biología Molecular con énfasis en investigación genética en biomedicina y plantas
Universidad Católica de Lovaina	Medicina, genética humana, neuro-degeneración, biología celular, biología cardiovascular, terapia genética, señalización celular y biología del desarrollo
El Hospital Universitario de la Universidad de Lovania	Herencia humana
Universidad Libre de Bruselas	Genética humana, microbiología, inmunología, parasitología y biología estructural, biotecnología industrial de alimentos, biotecnología ambiental y bioprocesos
Universidad de Amberes	Biología molecular y celular, comunicación celular, neurogenética y genética psiquiátrica
Universidad de Hasselt	Enfermedades autoinmunes
Instituto Flemish para la Investigación Tecnológica	Ecotoxicología, fisiología y bioquímica
Compañía de Inversión Extranjera de Flanders	Biosensores y bionanotecnología
Instituto de Investigación de Naturaleza y Bosques, Instituto de Investigación de Agricultura y Pesca, Centro de Economía Agrícola	Temas biotecnológicos
Instituto de Medicina Tropical Príncipe Leopoldo	Microbiología tropical y medicina tropical humana y veterinaria
Centro de Investigación de Plantas Ornamentales	Resistencia a enfermedades vegetales
Plataforma de Innovación Tecnológica Ambiental y de Energía	Investigación y Desarrollo en biotecnología industrial

Principales actores en investigación biotecnológica en la Región Valona

<b>Instituto</b>	<b>Área de investigación</b>
Cluster de Lieja (Universidad de Lieja)	Investigación en genómica
Cluster de Gosselies (Charleroi) (Universidad libre de Bruselas)	Biología molecular, inmunología médica
Biovallée (Universidad libre de Bruselas, Universidad de Mons e Igretec)	Proyectos de investigación y servicios (genómica, proteómica, transgénesis animal y vegetal)
Cluster de Gembloux-Namur (Universidad de Namur, Universidad Agrícola de Gembloux, Centre Wallon de Biologie Industrielle)	Investigación de PCR y DNA (técnicas de microensayos), agricultura, ciencias de alimentos y bosques, biotecnología industrial.
Cluster de Lovaina – La Nueva (Universidad Católica de Lovaina – La Nueva, Instituto Ludwig para la investigación del Cáncer)	Biología molecular y celular, bioquímica y biología celular, genética y desarrollo, inmunología, virología y hematología molecular, inmunología y genética del cancer.

Principales actores en investigación biotecnológica en la Región Capital de Bruselas

<b>Instituto</b>	<b>Area de investigación</b>
Universidad libre de Bruselas	Biología molecular, investigación para el cáncer, inmunología, investigación farmacéutica y salud pública
Centro de Investigación y Educación en Industria Alimentaria y Química	Bioquímica, microbiología, tecnología alimentaria y bioprocesamiento
El Instituto Meurice	Microbiología aplicada, producción de cerveza, tecnología alimentaria, catalización enzimática y química, y procesos industriales
Instituto de Investigaciones Microbiológicas Jean-Marie Wiame	Genética Clásica, estudios fisiológicos de bacterias y levaduras, caracterización tri-dimensional de proteínas y enzimas

## **BIOTECNOLOGÍA EN DINAMARCA<sup>57</sup>**

### **1. Base de conocimiento**

Dinamarca muestra un rendimiento sobresaliente en el desarrollo de su base de conocimiento. Excepto por el indicador de capital humano, los indicadores daneses de rendimiento de la base de conocimiento en biotecnología superan a la UE25 y a EUA. El número decreciente de graduados en ciencias de la vida en la UE25 sugiere una debilidad relativa en la habilidad de Dinamarca para entrenar recursos humanos con habilidades relacionadas a la biotecnología.

Los indicadores bibliométricos revelan dos focos principales para las actividades científicas de biotecnología: salud y biotecnología genérica. En ambos periodos de tiempo (1994-1996 y 2002-2004) estas áreas biotecnológicas parecen producir el mayor volumen de publicaciones biotecnológicas. Este

<sup>57</sup> Tomado de Enzing [et al.] (2007b); OECD (2006).

perfil es paralelo a los de la UE25 y EUA. De cualquier manera, Dinamarca tiene una participación levemente menor de publicaciones en biotecnología de la salud que las otras dos regiones. Especialmente en el periodo entre 2002 y 2004, la participación de publicaciones biotecnológicas en las áreas de plantas, animales, y alimentación, son superiores a las de EUA y la UE25. Con respecto al índice de crecimiento entre los periodos 1994-1996 y 2002-2004, Dinamarca experimentó los más altos crecimientos de actividades publicadas en los sub-campos de biotecnología industrial y alimenticia.

## **2. Transferencia y aplicación de conocimiento**

Para el primer indicador – patentes biotecnológicas por publicaciones biotecnológicas – Dinamarca supera a la UE25 y a EUA. Sin embargo, el nivel de rendimiento ha estado perdiendo momentum a través del tiempo. En términos de este indicador, los datos sugieren una habilidad sobresaliente de Dinamarca en transferencia de conocimiento frente a la UE25 y EUA. Sin embargo, en recientes periodos, las aplicaciones de patentes han ido creciendo en un nivel más lento que las publicaciones. En cuanto al segundo indicador (patentes biotecnológicas por millón de habitantes – pMC), los resultados confirman el buen rendimiento en transferencia de conocimiento. En los tres periodos (1994-1996, 1998-2000 y 2001-2003) Dinamarca supera a la UE25 y a EUA, pero de nuevo los últimos datos sugieren que aunque la tendencia se está recobrando, la actividad de patentamiento ha disminuido desde mediados de los años 1990s. En términos de creación de empresas por millón de habitantes, Dinamarca se desenvuelve extremadamente bien comparado con EUA y la UE25. Con 45 nuevas empresas de biotecnología (8,4 pMC) en el periodo de tiempo 2001-2003, Dinamarca es el mejor en el desarrollo de la industria biotecnológica en términos de nuevas empresas biotecnológicas por millón de habitantes.

En general, el rendimiento de Dinamarca en transferencia de conocimiento y aplicación es sobresaliente comparado a la UE25 y EUA

## **3. Desarrollo industrial**

De nuevo, el rendimiento de Dinamarca en esta área es muy impresionante comparado a la UE25 y EUA. El indicador de compañías biotecnológicas pMC sugiere que Dinamarca tiene una industria biotecnológica muy fuerte en términos per cápita.

Con respecto a IPOs pMC enfocados en desarrollo industrial, en el periodo 2002-2005 Dinamarca supera a la UE25 y EUA. Sin embargo en términos absolutos, Dinamarca estuvo en capacidad de ofrecer una única empresa biotecnológica al mercado de valores. En el mismo período, el Reino Unido y EUA brindaron 15 y 52 compañías respectivamente. En cuanto al monto de capital de riesgo en empresas biotecnológicas, Dinamarca se mantiene en una buena posición frente a los niveles de EUA

y la UE25 en ambos periodos de tiempo (1998-2000 y 2002-2004). De cualquier manera, la tendencia a través del tiempo muestra un desarrollo negativo. En términos generales, el rendimiento de Dinamarca en el desarrollo biotecnológico industrial es fuerte.

#### 4. Principales actores de la investigación biotecnológica

La investigación biotecnológica en Dinamarca es desarrollada en instituciones públicas y en empresas. Hasta donde se conoce, la investigación y desarrollo público en biotecnología es desarrollado por universidades, hospitales, y otras instituciones de investigación. En 2002, 78% de investigación y desarrollo público en biotecnología fue llevado a cabo en universidades, 7% en hospitales y el restante 15% en otras instituciones de investigación y organizaciones sin ánimo de lucro.

##### Principales universidades desarrollando investigación en biotecnología

Institución	Lugar
Universidad de Copenhague Universidad del Sur de Dinamarca	Copenhague
Universidad de Aarhus	Aarhus
Universidad de Aalborg	Aalborg
Universidad Técnica de Dinamarca	Copenhague
Universidad Real de Veterinaria y Agricultura	Copenhague

En términos geográficos, la mayoría de compañías biotecnológicas en Dinamarca están localizadas en el área de la Gran Copenhague. En 2003 esta área aglomeraba 132 compañías biotecnológicas principales y 50 compañías con actividades biotecnológicas significantes. Junto a la región de Escania en Suecia, el área de la Gran Copenhague conforma el cluster de Medicon Valley. Los otros principales clústeres bio-tecnológicos en Dinamarca son Odensee, Aarhus, y Aalborg.

## BIOTECNOLOGÍA EN FINLANDIA<sup>58</sup>

### 1. Base de conocimiento

El sistema de innovación finés no difiere mucho del de EUA o la UE25 en términos de participación en publicaciones biotecnológicas sobre el valor total de publicaciones. Sin embargo, comparado con EUA y la UE25, el rendimiento general del sistema de innovación biotecnológico finés es muy bueno en cuanto al fortalecimiento de la base de conocimiento. Respecto a lo que se conoce sobre producción de conocimiento en biotecnología, Finlandia muestra un sobresaliente rendimiento en términos de publicaciones biotecnológicas per cápita. Además, el rendimiento finés en este indicador es bastante estable a lo largo de todos los periodos de tiempo tomados en consideración (1994-1996, 1998-2000 y 2002-2004). En términos de citas por publicaciones biotecnológicas, el nivel también está sobre el promedio de EUA y la EU. No obstante, el rendimiento de este indicador en el periodo más reciente

<sup>58</sup> Tomado de Enzing [et al.] (2007b); OECD (2006).

no es tan satisfactorio. Con respecto al ratio de publicaciones biotecnológicas en 2000-2002 por millón de ECUs invertidos por el estado en investigación biotecnológica y desarrollo en el periodo 1995-1998, el rendimiento es sorprendente. Comparado a la EU-15, el sistema finés de producción de conocimiento parece estar utilizando un alto volumen relativo de recursos públicos. De acuerdo a la información disponible proveniente de la OECD para calcular la disponibilidad de capital humano, el sistema de innovación biotecnológico finés parece tener dificultades en entrenamiento y cualificación de sus graduados en ciencias de la vida. El número de graduados per cápita es mucho menor que en EUA y la UE25.

Así como en EUA y la UE25, el conocimiento base en biotecnología finés se concentra en aplicaciones para la salud. En ambos periodos tomados bajo consideración (1994-1996, 2002-2004), 63% de las publicaciones biotecnológicas se relacionan a la biotecnología para la salud. Por otro lado, la biotecnología industrial y ambiental cuentan cada una con 1% de las publicaciones biotecnológicas. Las publicaciones relacionadas con biotecnología alimenticia y animal muestran el más alto grado de crecimiento entre los dos periodos 1994-1996 y 2002-2004.

## **2. Transferencia y aplicación de conocimiento**

En términos de patentes, el sistema parece tener serios problemas en trasladar el conocimiento biotecnológico a las aplicaciones industriales. El sistema parece ser mucho más productivo en generar publicaciones científicas que aplicaciones industriales relacionadas con biotecnología. El ratio de patentes biotecnológicas por publicaciones biotecnológicas es mucho menor que el de la UE25.

Además, aunque el número de patentes por millón de habitantes en Finlandia está sobre el nivel de la UE25, el rendimiento finés se debilita. Por el contrario, respecto a la creación de compañías en términos de biotecnología en el periodo 2001-2003, Finlandia supera tanto a la UE25 como a EUA

## **3. Desarrollo industrial**

Con respecto a la medición del desarrollo de la biotecnología industrial en el año 2001, esta fue bastante alta en términos de compañías biotecnológicas por millón de habitantes, comparada con la UE25 y EUA. La ventaja finés disminuye en el año 2004, aunque los indicadores industriales sugieren un rendimiento fuerte.

Las ventas totales de las pequeñas y medianas empresas biotecnológicas finésas, fueron aproximadamente de PPP\$ 345.3 millones en 2003. De cualquier manera, el sector como un todo no estaba obteniendo utilidades, con un total de utilidades operativas y utilidades totales netas de PPP\$ -62.4 millones y PPP\$ -72.8 millones respectivamente. Las ventas de enzimas fueron las más altas, representando 34% del total de ventas de pequeñas y medianas empresas biotecnológicas finésas en

2003. El desarrollo del sector de medicamentos sigue con 24% en ventas. El sector alimenticio para humanos y animales se encuentra tercero, con un 20% de ventas. El sector bioinformático tiene la más baja participación en ventas con 0,2%.

De acuerdo a las fuentes consideradas, entre 2001 y 2005, ninguna IPO (Oferta Pública Inicial) tuvo lugar. En 2002 el volumen de capital de riesgo per cápita fue bastante bajo comparado con la situación en la UE25 y en EUA. En este sentido, las condiciones para el desarrollo industrial en 2002 parecían ser bastante poco atractivas.

#### 4. Principales actores de la investigación biotecnológica

Una red de 20 universidades públicas, 29 politécnicas, y 19 institutos de investigación públicos, realizan actividades de investigación y desarrollo en Finlandia. La mayoría de sus recursos vienen del presupuesto estatal. Además de ésta red de instituciones públicas, el sector privado juega un rol principal en el sistema de innovación fines. Los actores envueltos en investigación y desarrollo biotecnológico son institutos universitarios, centros de investigación estatales, y compañías privadas. Dentro de las universidades, las siguientes instituciones han sido incluidas en las actividades de biotecnología de Finlandia.

##### Principales universidades realizando investigación en biotecnología

Institución	Lugar
Universidad de Helsinki	Helsinki
Universidad de Kuopio	Kuopio
Universidad de Oulu	Oulu
Universidad de Tampere	Tampere
Universidad de Turku	Turku
Abo Akademi University	Turku
Universidad de Tecnología de Helsinki	Helsinki
Universidad de Tecnología de Tampere	Tampere
Universidad de Joensuu	Joensuu
Universidad de Jyvaeskyla	Jyvaeskyla

Los centros de investigación involucrados en investigación en biotecnología son VTT Biotecnología, el Instituto Nacional de Salud Pública (KTL por sus siglas en inglés), Investigación Agro Alimenticia Finlandia (MTT), el Instituto de Investigación de Bosques de Finlandia (METLA), y el Instituto Ambiental de Finlandia (SYKE).

Finalmente, con respecto a los clústeres regionales, en las cinco principales ciudades y mesas hay ambientes locales con una concentración de actores conduciendo actividades biotecnológicas de investigación y desarrollo: la región de Helsinki, Kuopio, Oulu, Tampere, y Turku.

## BIOTECNOLOGÍA EN FRANCIA<sup>59</sup>

### 1. Base de conocimiento

Aunque el conocimiento base en Francia ha mejorado durante los últimos diez años (el número de publicaciones aumento de 18.500 a 23.300 entre los periodos 1993-1996 y 2001-2003, su ritmo de mejora no sólo ha estado por debajo del promedio de la EU, sino también bajo el promedio de Alemania y el Reino Unido. Por lo tanto, en términos relativos, la posición de Francia en biotecnología es más débil que a mediados de los años 90. Los indicadores bibliométricos revelan dos focos principales para las actividades científicas en biotecnología: biotecnología de salud y genética. En ambos periodos de tiempo (1994-1996 y 2002-2004), estas áreas biotecnológicas parecían producir el mayor volumen de publicaciones biotecnológicas.

En términos de índices de crecimiento en publicaciones de sub-campos, se puede observar que aunque la biotecnología ambiental y en menor medida la biotecnología industrial muestran el mayor crecimiento, esto se debe principalmente a que la participación inicial era extremadamente baja.

### 2. Transmisión y aplicación de conocimiento

Como en el caso de publicaciones, aunque las patentes biotecnológicas por millón de habitantes casi se duplicaron entre 1995 y 2003, el incremento en otros países europeos ha sido más rápido. Como resultado, el índice de Francia para este indicador (patentes/publicaciones, patentes pMC y *Start-ups* pCM) ha disminuido a través del tiempo, pero aún se mantiene sobre el promedio de la EU.

### 3. Desarrollo industrial

Así como los indicadores para el conocimiento base y la transmisión de conocimiento mostraron que Francia se encuentra sobre el promedio, en desarrollo industrial se encuentra debajo de este. Dos compañías francesas fueron lanzadas en mercados de valores (IPOs) entre 2001 y 2005, comparado con cuatro IPOs en Alemania y quince en el Reino Unido.

### 4. Principales actores en la investigación biotecnológica

El Ministerio de Investigación es el principal actor público y político en el sistema de innovación francés.

Agencia Nacional de Investigación (ANR) actúa como un consejo de investigación, financiando tanto investigación básica como aplicada bajo la modalidad de convocatorias abiertas para temas específicos. Algunas de estas convocatorias abiertas son relevantes en biotecnología. De hecho, el Ministerio de Investigación ha estado coordinando dichas convocatorias por algún tiempo.

---

<sup>59</sup> Tomado de Enzing [et al.] (2007b); OECD (2006).

El Centro Nacional de Investigación Científica es el EPST, a cargo de la investigación fundamental, bajo la dirección del Ministerio de Investigación. En 2005, éste tuvo un presupuesto de 2.300 millones de Euros al año, empleando más de 26.000 investigadores. Se encuentra dividido entre ocho divisiones disciplinarias, una de las cuales es ciencias de la vida.

El Instituto Nacional para la Investigación Agronómica (INRA) es el EPST responsable de la investigación en agricultura, y medio ambiente, y alimentos. Se encuentra bajo la dirección del Ministerio de Agricultura y el Ministerio de Investigación. INRA tiene cerca de 8500 investigadores en 257 unidades investigativas, con un presupuesto de 615 millones de Euros en 2005.

Instituto Nacional para la Investigación en Salud y Medicina (INSERM) tiene por principal misión la promoción de la salud en Francia. Se encuentra bajo la dirección de los ministerios de salud e investigación. INSERM tiene un presupuesto de 499 millones de Euros en 2005 (menor que 548 millones de Euros en 2004), con aproximadamente 5.000 empleados 450 unidades investigativas.

El Instituto Nacional para la Investigación y Control en Ciencias Computacionales (INRIA) es el mayor PRO francés en tecnologías de la información y comunicación. INRIA se encuentra bajo la doble autoridad del Ministerio de Investigación y el Ministerio de Industria. Tiene un presupuesto de 135 millones de Euros, empleando 1.800 personas en 124 equipos de proyecto.

El Ministerio de Industria juega un papel en el proceso de creación de políticas, particularmente en relación a las agencias relacionadas con investigación industrial (OSEO, CDC) y en la financiación de algunos instrumentos políticos, tales como redes de innovación.

La Agencia Nacional para la Valoración de la Investigación, ANVAR/OSEO, es un cuerpo bajo el control del Ministerio de Industria. Administra ayuda para empresas, con un presupuesto anual de casi 300 millones de Euros para 4.000 firmas, 20% mediante subsidios y 80% mediante préstamos reembolsables (2005).

Empresas CDC es una subsidiaria del banco de depósitos y cuentas (CDC), un banco público con la misión de servir al Estado y a las instituciones territoriales en temas financieros concernientes con temas de interés público.

#### Instituto Pasteur y otras fundaciones

El Instituto Pasteur es una organización sin ánimo de lucro fundada en 1887. Desde entonces ha hecho importantes contribuciones a la medicina y biología mundial, siendo uno de los centros donde la

biología molecular se desarrolló luego de la segunda guerra mundial. En los últimos años se ha visto un crecimiento importante del Instituto Pasteur, con un presupuesto que crece de 152 millones de Euros en 1999 a 197 millones de Euros en 2005 y personal de cerca de 1.700 a 2.500. El Instituto Pasteur tiene 130 unidades investigativas y 29 institutos Pasteur Hermanos en su red internacional. Desde finales de los años 90, se ha involucrado en la creación de firmas *start-up*, y en 2000 fundó la incubadora Biotop en asociación con la empresa privada de capital semilla Biodiscovery.

Hay otras fundaciones, como el Instituto Curie o la Fundación Jean Dausset, que a pesar de ser mucho más pequeñas que los actores presentados previamente, están bastantes centradas en biotecnología.

## **BIOTECNOLOGÍA EN ALEMANIA<sup>60</sup>**

### **1. Base de conocimiento**

Con respecto a la producción de conocimiento biotecnológico en términos de publicaciones biotecnológicas por millón de habitantes (pMC), el rendimiento alemán revela valores claramente superiores a los de la UE25, aunque por debajo del nivel de EUA. Además, a lo largo de los tres periodos de tiempo considerados (1994 – 1996, 1998-2000 y 2002-2004), se puede observar un aumento continuo en el número de publicaciones biotecnológicas pMC. De cualquier manera, estas ganancias no superan el aumento total en conocimiento científico (publicaciones totales). En otras palabras, el índice de producción de conocimiento en biotecnología parece seguir la tendencia general de todos los campos. La participación de publicaciones biotecnológicas entre todas las publicaciones, se mantiene bastante estable (11% en el periodo 1994-1998 y 14% entre 2002 y 2004). La EU25 alcanza 11% en el periodo 1994-98 y 13% en el periodo 2002-04. De acuerdo a los datos disponibles más recientes sobre participación de publicaciones biotecnológicas en la UE25, las participaciones más altas en Europa son logradas por Suecia y Finlandia (16% entre 2002 y 2004). Con referencia a la productividad del proceso de producción de conocimiento (en términos de publicaciones biotecnológicas por gastos públicos en investigación y desarrollo biotecnológico), el rendimiento de Alemania es bastante bajo respecto al de la UE15.

El indicador de índices de citas por publicación biotecnológica sugiere que la calidad de las publicaciones biotecnológicas alemanas, en términos de citaciones, disminuyó entre los dos periodos tomados en consideración, 1994 a 1998 y 2000 a 2004. En el periodo más reciente, el nivel resulta bajo entre la UE. Los resultados son preocupantes con respecto al número de graduados en ciencias de la vida; el indicador pMC comparado a la UE25 y a EUA es también bajo.

---

<sup>60</sup> Tomado de Enzing [et al.] (2007b); OECD (2006).

El número de graduados en ciencias de la vida pMC en Alemania aumentó de 73 a 82. Sin embargo, la UE25 y EUA muestran un indicador de rendimiento considerablemente mejor para ambos períodos (1998 y 2002), (91 y 189 en el caso de la UE25 y 273 y 246 en el caso de EUA en cada período). En los dos periodos cubiertos, Alemania se encuentra rezagado respecto a ambas regiones, y el rezago con la UE25 aumentó significativamente. La evidencia empírica sugiere una situación crítica concerniente a la disponibilidad de recursos humanos calificados en el área de ciencias de la vida en Alemania.

El análisis bibliométrico revela dos focos principales de los resultados de la biotecnología alemana: biotecnología de salud y genérica. Este perfil concuerda con los de la UE25 y EUA

Con respecto a la comparación entre los periodos 1994-1996 y 2002-2004, Alemania experimentó el más pronunciado aumento de actividades de publicación en los sub-campos de alimentación (+110%) y biotecnología industrial (+109%). La biotecnología en salud alcanza el tercer mayor índice de crecimiento (+72%).

## **2. Transferencia y aplicación de conocimiento**

Teniendo en cuenta las patentes biotecnológicas por publicaciones biotecnológicas, Alemania supera a la UE25. Además el rendimiento ha mejorado a través del tiempo. Considerando las patentes biotecnológicas pMC, los resultados soportan el buen rendimiento alemán. En los tres periodos (1994-1996, 1998-2000 y 2001-2003) Alemania supera a la UE25. En el más reciente período, Alemania se clasifica mejor que EUA, el cual muestra una tendencia decreciente en términos de patentes biotecnológicas pMC.

Finalmente, en términos de creación de empresas, con 125 *start-ups* biotecnológicos (1,5 pMC) en el periodo 2001-2003, Alemania tuvo un desenvolvimiento al nivel de la UE25 y un poco mejor que EUA. El mejor rendimiento fue alcanzado por Dinamarca con 8,4, y el segundo mejor fue Suiza, quien reportó cuatro *start-ups* pCM. En general, el rendimiento alemán en transferencia y aplicación de conocimiento es muy satisfactorio comparado a la UE25 y a EUA Alemania parece ser muy exitosa en el desarrollo de aplicaciones industriales para resultados de investigaciones en biotecnología. Sólo en términos de creación de empresas el rendimiento es promedio.

## **3. Desarrollo industrial**

El rendimiento alemán en esta área es bastante preocupante. El primer indicador (compañías biotecnológicas pMC) sugiere que en términos per cápita, Alemania tiene una industria biotecnológica pequeña comparada a la de la UE25 y EUA. Además, si se considera los totales, el número de compañías biotecnológicas en Alemania está disminuyendo en los dos años seleccionados (360 compañías biotecnológicas en 2001 y 346 en 2004).

Con respecto a IPOs pMC, en el periodo 2002-2005, Alemania estuvo claramente detrás de la UE25. En términos absolutos, 4 ofertas públicas iniciales fueron obtenidas por compañías biotecnológicas alemanas. En el mismo periodo, el Reino Unido y EUA acumularon quince y 52 IPOs respectivamente. Finalmente observando la suma de capital de riesgo invertido en compañías biotecnológicas, Alemania se mantiene bajo el nivel de la UE25 en ambos periodos de tiempo. Aunque la tendencia apunta a un desarrollo positivo frente a la UE25, el rendimiento continúa siendo decepcionante. Con 233 millones de Euros de capital de riesgo en 2004, Alemania no alcanza el nivel de la UE25 en inversión per cápita. En general, el rendimiento de Alemania en cuanto al desarrollo biotecnológico industrial (en términos de número de compañías biotecnológicas, capital de riesgo invertido e IPOs) revela importantes debilidades en la capacidad industrial del sistema de innovación biotecnológico.

#### 4. Principales actores en investigación biotecnológica

Las universidades, organizaciones de investigación no universitarias, y actores industriales, conforman la investigación en biotecnología y el desarrollo en el entorno alemán.

Entre las diferentes disciplinas consideradas en las estadísticas oficiales, las ciencias naturales absorbieron el mayor volumen de recursos para la investigación universitaria en 2001, con 2.500 millones de Euros (29.2% de todos los recursos) seguido por ciencias médicas con 2.100 millones de Euros (25.1%). Se estima que casi todas las universidades en Alemania con facilidades para investigación en ciencias naturales desarrollan investigaciones relacionadas con biotecnología.

Respecto a organizaciones de investigación no universitarias, las instituciones más importantes se describen en la siguiente tabla.

<b>Institución</b>	<b>Presupuesto anual (estimado)</b>	<b>Actividades</b>
Sociedad Max Planck	1.380M EUR	Investigación interdisciplinaria fundamental
Sociedad Fraunhofer	1.250M EUR	Investigación orientada a la industria
Asociación Helmholtz	2.200M EUR	Investigación fundamental y servicios para la investigación
Asociación Leibniz	1.100M EUR	Investigación fundamental y orientada a la industria, servicios de investigación

## BIOTECNOLOGÍA EN ITALIA<sup>61</sup>

### 1. Base de conocimiento

El rendimiento de la base de conocimiento italiano es levemente inferior al promedio en la EU, lo cual es bastante remarcable teniendo en cuenta los bajos gastos generales en investigación y desarrollo en Italia y su falta de enfoque en la biotecnología. El alto número de publicaciones por gastos en biotecnología (segundo en su orden) es únicamente alto debido a la baja inversión que Italia hizo en biotecnología a mediados de los años 90. Pero el denominador no refleja gastos en biotecnología por parte de las universidades, donde la mayoría de publicaciones fueron hechas. Finalmente los datos indican una disminución pequeña en el número de graduados en biotecnología (de 9.306 en 1998 a 6.987 en 2002).

La concentración en biotecnología de salud es incluso mayor en Italia que en la EU en promedio. Publicaciones en biotecnología industrial y de medio ambiente son extremadamente bajas. Como en el caso de otros varios países europeos, algunas de las áreas con las más pequeñas participaciones en publicaciones, muestran los mayores crecimientos. Este es el caso en Italia en biotecnología alimentaria, industrial, y ambiental.

### 2. Transmisión y aplicación de conocimiento

Así como los indicadores de conocimiento básico muestran resultados bajos pero cercanos al promedio de la EU, los indicadores para aplicación y transmisión de conocimientos (patentes/publicaciones, patentes pMC y *start-ups* pMC) permanecen extremadamente bajos y sin tendencia a mejorar.

### 3. Desarrollo industrial

La información muestra un desarrollo industrial pobre, tanto en el número de firmas biotecnológicas como en el extremadamente bajo promedio de inversión en éstas en comparación con la EU. De cualquier forma, con una compañía pública, se encuentra entre el pequeño número de países europeos con compañías biotecnológicas listadas en el mercado de valores en el periodo 2002-2005.

### 4. Principales actores en investigación en biotecnología

Diferente a otros países europeos, que se han especializado en financiar agencias cercanas al gobierno central, las donaciones en Italia se entregan bajo una base competitiva directamente por los ministerios, o como bloques de donaciones a organizaciones de investigación públicas. En términos de donaciones el más importante es el Ministerio de Educación, Universidad e Investigación (MIUR por sus siglas en italiano), cuyos subsidios se asignan mediante respuesta a través del Fondo de Apoyo a la

---

<sup>61</sup> Tomado de Enzing [et al.] (2007b); OECD (2006).

Investigación Industrial (FAR), los Proyectos de Investigación de Interés Nacional (PRIN), los Fondos para Inversión en Investigación Básica (FIRB) y los Fondos Interactivos Especiales para Investigación (FISR) – el último apunta a intervenciones específicas de interés general para la administración, pero no ha incluido aun proyectos de biotecnología.

Además, MIUR provee bloques de subsidios al Consejo Nacional de Investigación (CNR) y a una lista de pequeños institutos científicos especiales, incluyendo por ejemplo el Consorcio Nacional para Desarrollo e Investigación en Biotecnología.

Otros subsidios relevantes para la biotecnología, otorgados como respuesta, son aquellos entregados a través del Fondo para la Innovación Tecnológica (FIT), por el Ministerio de Actividades Productivas (MAP) y aquellos otorgados por el Ministerio de Agricultura y Políticas Forestales (MIPAF) y el Ministerio de Salud.

Entre las instituciones públicas de investigación, el CNR es el más grande. Actualmente su investigación en biotecnología es independientemente conducida en algunos de sus 105 institutos de investigación.

La Agencia Nacional para las Nuevas Tecnologías Energéticas y de Ambiente (ENEA), es una organización pública de investigación (PRO) ocupándose de investigaciones en áreas con posible aplicación industrial, como energía renovable, protección ambiental y agrobiotecnología, bajo el Ministerio de Actividades Productivas.

El Instituto Italiano de Tecnología (IIT), apunta a la investigación en bionanotecnología, con un presupuesto de cien millones de Euros por año desde 2005 en adelante. El Consejo para Investigación y Experimentación en Agricultura (CRA) bajo el MIPAF, recibe un bloque de subsidios de aproximadamente 80 millones de Euros al año para distribuirse entre sus institutos de investigación. Similarmente, el Ministerio de Salud asigna un bloque de subsidios de aproximadamente 180 millones de Euros por año a varias organizaciones encargadas de realizar investigación médica, principalmente al Instituto Superior de Salud (ISS).

Las instituciones de caridad Asociación Italiana para la Investigación del Cáncer (AIRC), y la teletón (Comitato Telethon Fondazione ONLUS) son grandes financiadores de la biotecnología.

## BIOTECNOLOGÍA EN NORUEGA<sup>62</sup>

### 1. Base de conocimiento

En el transcurso de los último diez años, el número de publicaciones biotecnológicas por millón de habitantes se incrementado de un índice de 139 en el periodo entre 1994 a 1996 a 158 en el periodo de 2002 a 2004. En estos dos periodos, Noruega tuvo más publicaciones por millón de habitantes que el promedio de la UE25, pero quedó detrás de los Estados Unidos, aunque en el periodo entre 2002 y 2004 la brecha con los EUA fue casi cerrada.

El número de publicaciones sobre biotecnología como parte del número total de publicaciones se incrementó en Nueruega de 10% en el periodo entre 1994 y 1996 a 13% en entre 2002 y 2004, lo que equivale al promedio de la UE25, pero es menor que el 15% registrado por EUA en el mismo periodo. En cuanto al número de publicaciones biotecnológicas comparado con el gasto público I&D biotecnologica, Noruega logró un índice de 84; menor al promedio de la UE25. Noruega tiene una tasa más alta de citas en comparación con la UE25 y los EUA, tasa que, sin embargo, bajó de 137 en el periodo 1994 a 1998 a 127 en el periodo 2000 y 2004.

El número de graduados en ciencias de la vida por millón de habitantes en Noruega en 1998 fue mucho más bajo que los niveles de la UE17 y de los EUA, y en realidad decreció en 2002. Se debe notar que Noruega tiene una política activa para alentar y enviar estudiantes al exterior para realizar estudios de PhD.

Las sub-áreas biotecnológicas más importantes en términos de publicaciones son biotecnología de la salud y biotecnología genérica. Aproximadamente 60% de toda la las publicaciones sobre biotecnología en el periodo entre 1994 y 1996 se dio en el campo de la biotecnología de la salud, la que fue más grande que en la UE25 (53%) y los EUA (56%). En el periodo entre 2002 y 2004, esta figura decreció a 58%, quedando exáctamente a la par del promedio de la UE25 y apenas por debajo del de los EUA (59%). La cuota de la biotecnología genérica fue de 25% entre 1994 y 1998, disminuyendo a 21% en el periodo de 2002 a 2004. En ambos periodos, la cuota de la biotecnología genérica es ligeramente menor comparada con la UE25 y los EUA. La cuota en otros sub-campos biotecnológicos en el número total de publicaciones sobre biotecnología fue muy pequeña en ambos periodos y comparable con el nivel de la UE25 y de los EUA. Sólo la cuota de publicaciones sobre biotecnología animal se

---

<sup>62</sup> Tomado de Enzing [et al.] (2007b); OECD (2006).

elevó de 7% entre 1994 y 2004, lo que es el doble del promedio de la UE25 y del nivel de los EUA para el mismo periodo. Los datos indican que Noruega ha aumentado el enfoque en las áreas de biotecnología genérica y de la salud; situación similar a la de la UE25 y los EUA.

Todos los sub-campos de la biotecnología mostraron altas tasas de crecimiento en el número de publicaciones. Aparte de la biotecnología genérica y de la salud, todos los sub-campos tuvieron tasas de crecimiento superiores a 100% en los periodos 1994 a 1996 y 2002 a 2004. La biotecnología industrial mostró la mayor tasa de crecimiento.

## **2. Transmisión y aplicación de conocimientos**

En Noruega, el número de *start-ups* biotecnológicos por millón de habitantes es similar al promedio de la UE25. El número de aplicaciones de patentes biotecnológicas por publicaciones de biotecnología está justo por debajo del promedio de la UE25 y el número de aplicaciones de patentes biotecnológicas por millón de habitantes es similar a la media de la UE25. El número de patentes biotecnológicas por publicaciones de biotecnología en Noruega es menor que los promedios de la UE25 y de los EUA. En los periodos de 1994 a 1996 y 1998 a 2000, sin embargo, en realidad el índice se elevó de 54 a 75 (promedio UE25 = 100). En el periodo de 2001 a 2003, este índice no continuó creciendo pero se estabilizó en 75.

El número de patentes biotecnológicas creció de 36 en el periodo entre 1994 y 1996 a 97 en el periodo entre 1998 y 2000 y alcanzó 118 en el periodo entre 2001 y 2003. El índice para el número de patentes biotecnológicas por millón de habitantes fue de sólo 75 en el periodo de 1994 a 1998 (comparados con 100 del promedio de la UE25 y 264 de EUA). Éste creció hasta 110 entre 1998 y 2000 y hasta 116 entre 2001 y 2003. Esta cifra es mayor que el promedio de la UE25 pero mucho menor que el nivel de los EUA. En 2003, el número de *start-ups* biotecnológicos por millón de habitantes fue casi el mismo que el promedio de la UE25 en ese año y estuvo por encima del índice estadounidense.

## **3. Desarrollo industrial**

El número de empresas biotecnológicas por millón de habitantes en Noruega fue similar al número en los EUA y al promedio de la UE25. El número de empresas en Noruega cae ligeramente de 25 a 21 firmas entre 2001 y 2004. En el periodo entre 2002 y 2005, hubo una compañía – Biotec Pharmacon – que fué enlistada en la Bolsa de Valores de Oslo (Noviembre 2005). La compañía es activa en la manufactura de compuestos moduladores

inmunes (*immune modulating compounds*) y enzimas marinas usadas en biología molecular. En 2002, el índice para el monto de capital de riesgo per capita invertido en compañías Noruegas fue 78. Esta figura disminuyó en 2003 a 32 y en 2004 a 18. El monto de capital de riesgo se redujo de 10 millones de Euros en 2002 a 3 millones de Euros en 2004. También la brecha negativa con los niveles de la UE25 y los EUA creció en este periodo.

#### **4. Principales actores de la investigación biotecnológica**

En el diseño de políticas para ciencia, tecnología e innovación existe un directorio de asesoramiento en el área de la biotecnología: El Directorio Noruego de Asesoramiento para la Biotecnología (*Norwegian Biotechnology Advisory Board*). El directorio aconseja al gobierno en aspectos éticos y legales de la biotecnología. Más aún, éste evalúa las consecuencias éticas de la biotecnología moderna y discute sobre la contribución de la biotecnología al desarrollo sostenible.

Los principales actores de la investigación biotecnológica en Noruega pueden ser vistos en las universidades, los hospitales académicos y institutos de investigación. Tradicionalmente, Noruega tiene cuatro universidades: Universidad de Oslo, Universidad de Bergen y la Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología en Trondheim. En 2005, dos escuelas de investigación recibieron el estatus de universidad: la Universidad Noruega de Ciencias de la Vida en Ås, y la Universidad de Stavanger. Todas las universidades, excepto la de Stavanger, tienen uno o más departamentos buscando activamente investigación biotecnológica. Investigación en genómica, bioinformática y otras técnicas biotecnológicas, es particularmente activa en hospitales y es notable en el Hospital Noruego Radium, en el Hospital nacional y en el Hospital St. Olavs. Noruega ha sido históricamente fuerte en investigación marina, incluyendo biotecnología marina y acuicultura. La investigación ha sido enfocada en la salud de los peces y su alimentación.

Además, Noruega tienen un fuerte enfoque en la investigación medioambiental relacionada a la industria del petróleo y gas, incluyendo biotecnología medioambiental. Algunos años atrás, Noruega empezó a establecer infraestructura para apoyar y efectuar investigación biotecnológica relacionada a la salud

La institución de investigación más grande de Noruega es SINTEF. Esta organización tiene seis divisiones: Investigación para la Salud; Tecnologías de la Información y la Comunicación;

Materiales y Química; Petróleo y Energía; y Tecnología y Sociedad. Tanto la división Marina como la de la Salud están realizando investigación biotecnológica.

Otros institutos de investigación en Noruega que realizan investigación biotecnológica son: Akvaforsk (investigación marina), Matforsk (investigación de alimentos), Fiskeriforskning (investigación de peces), Bioforsk (el instituto es el resultado de una fusión entre Plantforsk, Jordforsk y Norsok en 2005), Havforskninginstitutt (investigación marina), Instituto Noruego de Investigación de Bosques, Instituto Nacional de Veterinaria (conduce el programa 'Qpcrgmofood' sobre detección de organismos genéticamente modificados con técnicas de reacción de la cadena de polimerasa (*PCR*) basadas en chips de ADN (DNA-array).

En 2002, El Consejo de Investigación creó 13 centros de excelencia. Dos de estos centros persiguen la biotecnología activamente: El Centro para la Biología Molecular y Neurociencia, y el Centro de Proteínas en la Acuicultura.

La Sociedad Noruega para el Cáncer (Kreftforeningen) es una institución de caridad con un importante presupuesto para la investigación del cáncer. Proyectos de investigación financiados por la Sociedad Noruega para el Cáncer incluyen: Investigación biológica básica, concentrado en el conocimiento sobre células individuales; desarrollo de enfermedades cancerosas, incluyendo el estudio de materiales genéticos; nuevos puntos de ataque, estudio de la interacción entre tratamiento y la reacción de las células cancerosas; prueba de nuevos tratamientos, y ocurrencia de enfermedades cancerosas.

MedCoast Scandinavia es una red de organizaciones que apoya en desarrollo del área Gotemburgo-Oslo en el campo de la biomedicina e intenta fortalecer los vínculos entre organizaciones investigadoras y la industria.

## **Biotecnología en España<sup>63</sup>**

### **1. Base de conocimientos**

El indicador que relaciona las publicaciones biotecnológicas con gasto en investigación y desarrollo biotecnológicos alcanza niveles claramente mayores que el promedio europeo. El indicador sugiere un desempeño sobresaliente del sistema español de innovación

---

<sup>63</sup> Tomado de Enzing [et al.] (2007b); OECD (2006).

biotecnológica en lo que respecta al uso de los recursos disponibles para actividades de investigación (en términos de publicaciones).

En términos de citas por cada publicación sobre biotecnología, no obstante, el desempeño español está disminuyendo, alcanzando niveles por debajo del promedio europeo en el periodo de 2002 a 2004. El sistema español de innovación biotecnológica está por detrás de la UE25 y los EUA en cuanto al volumen de actividades de investigación biotecnológica y recursos humanos en términos de publicaciones biotecnológicas y graduados en ciencias de la vida por millón de habitantes.

En términos de publicaciones biotecnológicas por millón de habitantes, el rendimiento español en la producción de conocimientos biotecnológicos está cerca al de la UE25. Sin embargo, comparado con el nivel europeo, el indicador de recursos humanos en España sugiere una tendencia preocupante en la habilidad del sistema de innovación español para entrenar estudiantes en ciencias de la vida.

En cuanto a la cuota de publicaciones en la producción biotecnológica total, el indicador provee evidencia empírica sobre la importancia relativa de la biotecnología de la salud. En este punto, España no es diferente de la UE25 o los EUA; dentro de los sub-campos de la biotecnología considerados, biotecnología de la salud es el sub-campo más grande en ambos periodos. Si se comparan los resultados de ambos periodos, (1994 a 1996 y 2002 a 2004), la biotecnología de la salud incluso gana importancia. Sin embargo, en el caso de España, el enfoque en biotecnología de la salud es ligeramente más débil que en los EUA y la UE25. La biotecnología genérica es el segundo sub-campo más grande. Nuevamente, esto se mantiene para España, EUA y UE25. Las diferencias entre las cuotas de esta sub-área en las tres regiones no son significativas. En cuanto a los otros campos, se puede señalar que los sub-campos de biotecnología de plantas y alimentos en España son relativamente más importantes que en los EUA y la UE25. Con respecto a la tasa a la que el conocimiento está siendo producido en los diferentes sub-sectores de la biotecnología en términos de publicaciones, la biotecnología industrial es el campo más dinámico.

## **2. Transferencia y aplicación de conocimientos**

Como primer indicador, patentes de biotecnología por publicación biotecnológica, España está muy por debajo de la UE25. Más aún, se considera los tres periodos de tiempo (1994 a

1996, 1998 a 2000 y 2001 a 2003), el bajo rendimiento es persistente en el tiempo. Con 0.02 patentes en biotecnología por publicación entre 2001 y 2003, el rendimiento español es muy decepcionante, con niveles inferiores a los de la UE15 (0.07) y los EUA (0.08).

En lo que respecta al indicador basado en patentes biotecnológicas por millón de habitantes, los resultados son coherentes con el pobre rendimiento español. En cada uno de los tres periodos, el indicador de España está por debajo del nivel de la UE25. Aunque el indicador muestra una tendencia positiva en el periodo 2001 a 2003, con 6 patentes biotecnológicas por millón de habitantes, el rendimiento español sigue siendo preocupante.

### 3. Desarrollo industrial

No existen datos comprensivos para medir el rendimiento español en el desarrollo de una industria tecnológica comparada con la UE25 y los EUA en el periodo 2002 a 2005.

### 4. Principales actores de la investigación biotecnológica

Diaz Benito (2002)<sup>64</sup> señala la Importancia del CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas) en el paisaje de la investigación biotecnológica española. El argumenta que aunque el Programa nacional de Biotecnología ha contribuido grandemente a la difusión de las capacidades de investigación biotecnológica en España, la Fundación Nacional para la Investigación Española tiene una fuerte influencia en la base de conocimiento biotecnológico.

La siguiente tabla muestra los centros más relevantes del CSIC en términos de participación en proyectos en el Programa Nacional de Biotecnología.

<b>Instituto</b>	<b>Ubicación</b>
Centro Nacional de Biotecnología (Cnb)	Madrid
Estacion Experimental del Zaidin (Eez)	Granada
Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas (Ibmcp)	Valencia
Centro de Investigaciones Biológicas (Cib)	Madrid
Instituto de Biología Molecular de Barcelona (Ibmb)	Barcelona
Centro de Biología Molecular Severo Ochoa (Cbm)	Madrid
Instituto de Microbiología Bioquímica (Imb)	Salamanca
Instituto de Bioquímica Vegetal y Fotosíntesis (Ibvf)	Sevilla
Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología (Irnase)	Sevilla
Instituto de Agroquímica y Tecnología De Alimentos (Iata)	Burjassot

<sup>64</sup> OECD (2006).

Las universidades más importantes en terminus de número de proyectos y que participant en el Programa Nacional de Biotecnología en el periodo entre 2003 y 2006 están enlistadas en la siguiente tabla.

Universidad	Ubicación
Universidad de Barcelona	Barcelona
Universidad Complutense	Madrid
Universidad de Sevilla	Sevilla
Universidad de Oviedo	Oviedo
Universidad Autónoma de Madrid	Madrid
Universidad Autónoma de Barcelona	Barcelona
Universidad de Salamanca	Salamanca
Universidad de Málaga	Málaga
Universidad Politécnica de Madrid	Madrid
Universidad de Granada	Granada

## **Biotecnología en Suecia<sup>65</sup>**

### **1. Base de conocimiento**

Suecia tiene una base de conocimientos muy fuerte; está muy por encima del promedio de la UE25 en la mayoría de los indicadores relacionados a la base de conocimientos biotecnológicos, con excepción del ratio de graduados por millón de habitantes (en el periodo 2002 a 2004), Suecia se mantiene muy bien posicionada en cuanto a su rendimiento en la generación de publicaciones de biotecnología. Está por encima del promedio de la UE25, tanto en calidad, medida a través de las citas de publicaciones biotecnológicas realizadas, como en términos de la proporción de publicaciones biotecnológicas con relación al total de publicaciones.

Los datos muestran que la biotecnología de la salud y la genérica cuentan con las mayores cuotas de publicaciones en los dos periodos (1994-1996 y 2002-2004). Las publicaciones biotecnológicas suecas muestran una distribución similar entre los campos biotecnológicos si se la compara con la UE25 y los EUA. Sin embargo, los indicadores de publicaciones biotecnológicas en Suecia muestran tasas de crecimiento más altas en casi todas las áreas biotecnológicas, con la principal excepción de biotecnología de la salud y, en menor medida, de biotecnología animal.

<sup>65</sup> Tomado de Enzing [et al.] (2007b); OECD (2006).

## **2. Transmisión y aplicación de conocimientos**

Para todos los indicadores sobre transmisión y aplicación de conocimientos, el rendimiento de Suecia está por encima del promedio de la UE25. Sin embargo, hay una tendencia decreciente en términos de patentes biotecnológicas, tanto por publicación como por millón de habitantes. Los *start-ups* suecos por millón de habitantes son sobresalientemente más numerosos comparados con la media de la UE25 y los EUA (por ejemplo, en el periodo 2001 a 2003 hubo 29 *start-ups* en Suecia).

## **3. Desarrollo industrial**

El desempeño del desarrollo industrial muestra que Suecia se desempeña muy por encima del promedio de la UE25 tanto en número de firmas biotecnológicas como en ofertas públicas iniciales por millón de habitantes. Sin embargo, Suecia presenta justo el promedio de la UE25 en términos de capital de riesgo para biotecnología por millón de habitantes y queda muy por debajo de los EUA.

## **4. Principales actores de la investigación biotecnológica**

La dirección de la política de innovación sueca es influida por hasta nueve ministros, pero los tres más influyentes en términos de asignación de fondos públicos para investigación son: El Ministerio de Educación, Investigación y Cultura; el Ministerio de Industria, Empleo y Comunicaciones; y el Ministerio de Defensa.

En cuanto a los actores a cargo de la gestión e implementación de actividades de investigación e innovación, son tres los actores que son responsables de la administración de fondos para estas tareas de investigación e innovación: los consejos de investigación, las agencias orientadas a una misión y las fundaciones semi-públicas.

Actualmente, son tres los principales consejos de investigación en Suecia. El más grande es el Consejo Sueco de Investigación (VR), el que es responsable de financiar investigación en ciencias sociales y de humanidades; ciencias naturales e ingeniería; y medicina. El Consejo Sueco para Medio Ambiente, Ciencias de la Agricultura y Planificación Espacial (Formas), apoya la investigación relacionada al desarrollo sostenible. Finalmente, el Consejo Sueco para la Vida Laboral e investigación Social (FAS), tiene por misión promover la acumulación de conocimientos en cuestiones relacionadas a la vida laboral y la comprensión de procesos y condiciones sociales.

Entre las agencias que apoyan investigación y desarrollo orientados a una misión, están por ejemplo la Agencia Sueca para los Sistemas de Innovación (VINNOVA) y la Agencia Sueca de Energía. Finalmente, existen fundaciones semi-públicas de investigación que tienen un alto grado de independencia del gobierno en lo que respecta a la dirección de su investigación y desarrollo. En la actualidad hay seis fundaciones nacionales semi-públicas, de las que la Fundación Conocimiento (KKS) y la Fundación Sueca para Investigación Estratégica (SSF) son de particular importancia en términos de su cuota en el total de las inversiones que las fundaciones hacen en I&D. La KKS promueve un amplio uso de tecnologías de la Información en la sociedad y apoya la investigación en universidades suecas, mientras la SSF apoya investigación estratégica en ciencias naturales, ingeniería y medicina. Otra fundación relevante en el contexto del apoyo a la investigación biotecnológica es la Fundación para la Investigación Medioambiental Estratégica (MISTRA), orientada a fomentar la investigación relacionada a problemas medioambientales.

## **Biotechnología en Suiza<sup>66</sup>**

### **1. Base de conocimiento**

Respecto a publicaciones biotecnológicas pMC, Suiza se encuentra a la vanguardia no solo en Europa, sino que también comparandola con EUA. Durante los tres periodos cubiertos (1994-1996, 1998-2000, 2002-2004), el país se situo como lider en Europa, seguido de Suecia y Dinamarca. A pesar del incremento absoluto de publicaciones, el margen de liderazgo del país disminuyó en términos relativos debido a mayores tasas de crecimiento en el número de publicaciones biotecnológicas en otros países. A pesar de ello, comparando con la UE15, Suiza aún mantiene un cómodo liderazgo (Suiza: 1.030, UE15: 363 publicaciones biotecnológicas pMC entre 2002 y 2004).

La excelente linea de actuación Suiza es aún más destacable en relación a las publicaciones de información biotecnológica respecto a la inversión pública en I&D (1994-1998). En esta categoría, el país supera nueve veces la actuación de la UE15. Sólo Italia ofrece mejores números. La biotecnología cuenta con el 14-15% de todas las publicaciones científicas. Este porcentaje es ligeramente mayor a los datos comparables de los EUA (1994-1996 y 1998-2000) y la UE25.

---

<sup>66</sup> Tomado de Enzing [et al.] (2007b); OECD (2006).

A juzgar por las tasa mencionadas, la calidad de las publicaciones biotecnológicas Suizas es excelente. Las publicaciones biotecnológicas Suizas superan claramente tanto los de la UE25 y los EUA. Dentro de Europa, Suiza se sitúa tercera tras los dos mayores actores, Islandia e Irlanda (2000-2004). Respecto al número de graduados en ciencias de la vida (pMC), Suiza muestra que el número absoluto de graduados permaneció estable entre 1994-1996 y 1998-2000 (934 y 947, respectivamente).

El análisis de la actividades Suizas publicadas muestra claramente que la salud y biotecnología genérica son por mucho las áreas de aplicación más importantes en la escena Suiza de la inversión. Entre los periodos 1994-1996 y 2002-2004, Suiza mostró los más impresionantes crecimientos de actividades publicadas en las sub-áreas de biotecnología industrial (+112%) y alimentaria (+83%). Sin embargo, este crecimiento ocurrió sobre la base de puntos de partida prácticamente insignificantes.

## **2. Transferencia y aplicación de conocimientos**

Respecto a patentes biotecnológicas sobre las publicaciones biotecnológicas, Suiza se sitúa por encima del nivel de la UE25 durante todos los tres periodos cubiertos (1994-1996, 1998-2000, 2001-2003). En terminos absolutos, la tasa de publicaciones de patentes aumentó de manera continua durante estos tres periodos. Dentro de Europa, Suiza se sitúa cuarta por detrás de los mayores actores como son Islandia, Dinamarca y Alemania durante el periodo 2001-2003.

En referencia a las patentes biotecnológicas pMC, Suiza no solo supera el nivel de la UE25 cuatro veces, sino que además se sitúa mucho mejor que los EUA. Entre 2001 y 2003, 29 *start-ups* de reciente creación fueron reportados a Suiza. Si se toma en cuenta el tamaño de la población, con 4 *start-ups* pMC, Suiza no solo supera la region de referencia Europa, sino que también los EUA (1.2 *start-ups* pMC).

## **3. Desarrollo industrial**

En terminos de empresas biotecnológicas relativas al tamaño de la población, Suiza supera el nivel de la UE25 tres veces. En el 2001, Suiza confirmó 15.7 empresas pMC. Tres años después, el número aumentó, alcanzando ahora 17.79 empresas biotecnológicas pMC.

La situación respecto a las IPO biotecnológicas pMC sigue el mismo comportamiento. Este indicador muestra que Suiza supera claramente tanto la UE25 como los EUA. Sin embargo, un análisis más detallado revela que sólo tres IPOs vieron la luz durante el periodo 2002-2005. En la UE25 un total de 29 IPOs fueron confirmados. Una vez más, debido al pequeño número de casos, este indicador debe ser interpretado con alguna reserva. La misma prudencia debería ser también aplicada al indicador de capital riesgo biotecnológico pC. Dentro de este grupo, Suiza cosechó la mejor actuación en los tres años cubiertos (2002-2004). Además, pudo observarse una tendencia constante al alza– desde los 8 Euros pC en el 2002 hasta los 17 Euros pC en el 2004 – durante los tres años. Suiza fué capaz además de reforzar claramente su posición respecto a los EUA.

#### **4. Principales actores de la investigación biotecnológica**

La investigación científica es claramente el campo principal en las universidades e institutos federales de tecnología. Si se realiza una comparación internacional, sólo un pequeño número de institutos no universitarios llevan a cabo investigaciones de manera considerable. Sin embargo, estas pocas organizaciones, como el Instituto Friedrich Miescher (Friedrich Miescher Institut, FMI), son reconocidas por su excelencia científica. La actividad investigadora del sector privado es el segundo pilar importante en la escena biotecnológica Suiza. Este marco se complementa por la existencia de redes de trabajo de buen funcionamiento en el sector biotecnológico. Entre las redes de trabajo más destacadas están la Asociación Suiza de Biotecnología, el Comité de Coordinación Suiza para Biotecnología (Schweizerische Koordinationsausschuss für Biotechnologie, SKB) y la Academia de Ciencias de la Ingeniería Suiza (Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften, SATW).

Universidades Suizas y universidades de ciencias aplicadas que realizan investigación biotecnológica.

Universidad	Ubicación
Universidad de Basel Fachhochschule Basel	Canton de Basilea
Universidad de Bern Bernener Fachhochschule, Burgdorf	Canton de Bern
Universidad de Fribourg	Canton de Fribourg
Universidad de Ginebra	Canton de Ginebra
EPF Lausana Universidad de Lausana	Canton de Vaud
Universidad de Neuchâtel	Canton de Neuchâtel
Universidad de Lugano	Canton de Ticino
Haute École Valaisanne, Sion	Canton de Valais
ETH Zurich Universidad de Zurich Hochschule Wädenswil Zürcher Hochschule Winterthur	Canton de Zurich

### Investigación no-universitaria

Institutos de investigación (públicos y privados)
Agrosopes (administración federal: BLW)
Instituto de Bioseguridad, b-safe, Bern
Centro para la Bioseguridad y Sostenibilidad (BATS), Basilea
Instituto Federal para las Ciencias Materiales y Tecnología (EMPA), Dübendorf, St. Gallen, Thun (ETH-domain)
Instituto Friedrich Miescher (FMI), Basel
Instituto para la Investigación en Biomedicina (IRB), Bellinzona
Instituto de Virología e Immunoprophylaxis, IVI (administración federal: BVET)
Labor Spiez (administración federal: VBS)
Instituto Novartis para Investigación Biomédica (NIBR), Basilea
Instituto Paul Scherrer (PSI), Villingen (ETH-domain)
Instituto Federal Suizo de Ciencias Acuáticas y Tecnología (Eawag), Dübendorf (ETH-domain)

## **BIOTECNOLOGÍA EN EL REINO UNIDO<sup>67</sup>**

### **1. Base de conocimiento**

El Reino Unido está muy por encima de la media de la UE25 en la mayoría de los indicadores de conocimiento de base biotecnológica, con la excepción del ratio de publicaciones biotecnológicas respecto a las publicaciones totales y la calidad de sus publicaciones (como medido por citas a publicaciones biotecnológicas) por las que el Reino Unido se encuentra cerca de la media. El Reino Unido se mantiene muy bien posicionada en cuanto a la

<sup>67</sup> Tomado de Enzing [et al.] (2007b); OECD (2006).

generación de publicaciones biotecnológicas, y desempeña particularmente bien en relación a la disponibilidad de graduados en ciencias de la vida por millón de habitantes, siendo más del doble de la media Europea y casi el doble de los EUA.

La actuación del Reino Unido por sub-áreas en los dos periodos distintos , 1994-1996 y 2002-2004, muestra que la biotecnología de la salud y genérica cuentan con el mayor peso. Ha habido un aumento en las publicaciones biotecnológicas británicas en cada sub-área, dándose el mayor aumento en la biotecnología medioambiental (119%). A excepción de la biotecnología animal, medioambiental y genérica, el Reino Unido tiene una tasa de crecimiento menor que la media de la UE25 en la mayoría de las otras áreas.

## **2. Transferencia del conocimiento y aplicación**

La información demuestra que el Reino Unido está por encima de la media en patentes biotecnológicas por millón capita y en *start-ups* biotecnológicos. Sin embargo, ambas, las patentes biotecnológicas por publicación y por millón de habitantes muestran una tendencia a la baja a lo largo del tiempo.

## **3. Desarrollo industrial**

La información muestra que los indicadores de desarrollo industrial en el Reino Unido están por encima de la medida de la UE25, con la excepción de empresas biotecnológicas por millón de habitantes (donde el Reino Unido se sitúa en la media). El capital riesgo por millón de habitantes ha demostrado un agudo crecimiento en la tendencia desde 2001 pero aún se encuentra por debajo de los EUA. Sin embargo, el índice de número de empresas biotecnológicas lanzadas a la bolsa (IPOs) es muy alto, y por encima de los EUA.

## **4. Principales actores en la investigación biotecnológica**

Los principales actores políticos en el sistema de innovación del Reino Unido pueden agruparse en tres categorías: el Gobierno, responsable de la política de formación y financiación; los actores a cargo de la gestión de la financiación para investigación; y la base científica que asume la mayoría I&D financiada públicamente: esto comprende en gran parte el sistema de educación superior, laboratorios gubernamentales e institutos de consejos de investigación.

El mayor actor en lo concerniente al gobierno del sistema de innovación del Reino Unido es el Departamento de comercio e industria (Department of Trade and Industry, DTI). Este departamento gubernamental tiene asignado el objetivo del incremento general de la competitividad y excelencia científica para generar mayores niveles de crecimiento sostenible y productividad en la economía británica. El DTI influencia la innovación británica mediante varios canales. En relación a la política científica, la Oficina de Ciencia y Tecnología (Office of Science and Technology ,OST), localizada en el DTI, es responsable de la financiación de investigación básica en gran parte mediante los Consejos de Investigación. Respecto a la explotación de ciencia y tecnología, el DTI es responsable de un número de iniciativas para fomentar la explotación comercial de investigación financiada de manera pública y estimular la colaboración entre la comunidad investigadore e industria. El DTI también lidera políticas orientadas a promover la innovación en empresas y la creación de nuevas empresas de base tecnológica, proveyendo ayuda para I&D y cosejos a empresas (principalmente PYMEs). El DTI es el actor clave del Gobierno responsable de las políticas del Reino Unido de investigación e innovación, pero otros Departamentos y Ministerios están también involucrados en su diseño y financiación.

Los actores principales responsables de administrar financiación para actividades de investigación e innovación son los Consejos de Investigación. Como ejemplo; el Consejo de Investigación de Ciencias Físicas e Ingenieras (EPSRC), el Consejo de Investigaciones Médicas (MRC), el Consejo de Investigación de Ciencias Biotecnológicas y Biológicas (BBSRC).

## ANEXO 2

## CURRICULUM VITAE

- 1. Apellido :** Dr. Dornberger
- 2. Nombre :** Utz
- 3. Fecha de nacimiento :** 29/07/1970
- 4. Nacionalidad :** Alemana
- 5. Educación :**



<i>Institución :</i>	Universidad Friedrich Schiller, Jena – Alemania, 1996-1999
<i>Diploma(s) obtenido(s) :</i>	Doctor en Ciencias Naturales
<i>Institución :</i>	Universidad de Leipzig, Alemania, 1998 - 2000
<i>Diploma(s) obtenido(s) :</i>	Master en Small Business Studies
<i>Institución :</i>	Universidad Friedrich Schiller, Jena – Alemania, 1990-1996
<i>Diploma(s) obtenido(s) :</i>	Master en Biología

- 6. Posición actual :** Profesor universitario de economía del desarrollo, con especial énfasis en el desarrollo de pequeñas y medianas empresas, Director del Programa Internacional SEPT (Small Enterprise Promotion and Training)

**7. Experiencia profesional : (selección de referencias)**

<i>Fecha:</i>	Desde 2004
<i>Lugar</i>	Leipzig, Alemania
<i>Empresa</i>	Universidad de Leipzig
<i>Posición</i>	Profesor universitario
<i>Descripción</i>	Director del programa internacional SEPT

<i>Fecha:</i>	2000 – 2004
<i>Lugar</i>	Leipzig, Alemania
<i>Empresa</i>	Universidad de Leipzig
<i>Posición</i>	Asistente científico, docente
<i>Descripción</i>	Líder de proyectos de investigación internacional en las áreas de estrategias de fomento para industrias de alta tecnología

<i>Fecha:</i>	Desde 2000
<i>Lugar</i>	Alemania y proyectos en el extranjero
<i>Empresa</i>	Innoways GmbH (Ltda.)
<i>Posición</i>	Presidente y líder de varios proyectos
<i>Descripción</i>	Consultoría, entrenamiento, acompañamiento y co-gestión de Pymes

<i>Fecha:</i>	1999 – 2000
<i>Lugar</i>	Chile
<i>Empresa</i>	Corporación de Fomento a la Producción (CORFO)
<i>Posición</i>	Asistente de la gerencia
<i>Descripción</i>	1er Estudio en Chile para el desarrollo de la biotecnología

<i>Fecha:</i>	1996 – 2000
<i>Lugar</i>	Alemania
<i>Empresa</i>	Instituto de Biología Molecular, Universidad Friedrich Schiller, Jena
<i>Posición</i>	Asistente de investigación
<i>Descripción</i>	Líder del área de proyectos internacionales

## ANEXO 3

### Términos de referencia de la misión

#### Objetivo general y específico del proyecto

El objetivo general del proyecto es promover el desarrollo y la explotación de las biotecnologías en el MERCOSUR, para aumentar duraderamente el valor añadido y la competitividad de sus productos en los mercados internacionales.

El objetivo específico del proyecto es establecer una coordinación regional del sector de las biotecnologías y la promoción de la transferencia de tecnologías hacia las empresas, reforzando la eficiencia de los proyectos de investigación públicos y privados.

#### Objetivo específico de la consultoría

De acuerdo a la nomenclatura de las Planificaciones del Proyecto el consultor realiza la Actividad A 11.3: Relevamiento de las capacidades en biotecnologías en la Unión Europea y comparación con las capacidades existentes en los países del MERCOSUR.

Esta actividad está orientada a realizar la comparación del nivel de desarrollo de las capacidades del sector biotecnológico en cada país miembro del MERCOSUR con el correspondiente a las capacidades en la Unión Europea. Esta comparación tiene 2 aspectos principales:

- Comparación de los centros de excelencia. Esta comparación es realizada en relación a su infraestructura, personal y capacidad financiera así como en el número de patentes y publicaciones.
- Comparación de los mecanismos de transferencia de tecnología entre centros de investigación y sector privado, así como número de proyectos conjuntos con entidades públicas y privadas.

El consultor trabaja en colaboración con el ATI Principal, y con el equipo de consultores locales correspondientes al Contrato Biotech/ALA/2005/017/350-C2 “Inventario Diagnóstico de la Biotecnologías en el MERCOSUR y comparación con las de la UE”, quienes le suministran la información referente a los países del MERCOSUR.

#### Resultados

Se dispone de un inventario de las capacidades en biotecnologías en la Unión Europea en las áreas que tienen alto potencial de cooperación con centros de excelencia en MERCOSUR. Se

ha realizado el análisis comparativo de las capacidades en biotecnologías de los países de MERCOSUR y las correspondientes a la UE. Se dispone de un informe publicable sobre las capacidades europeas en biotecnologías y su comparación con las correspondientes a los países del MERCOSUR.

**ANEXO 4****Lista de personas y organizaciones entrevistadas o contactadas**

Dr. André H.R. Domin, Biocity Leipzig

Uwe Becher, Innoways GmbH

Victor Martinez, Universidad de Chile

Fernando Lizaso, Universidad Austral, Argentina

Council of European BioRegions

Ernst & Young

