



Caracterización de la Industria Biotecnológica Chilena

Año 2002



Caracterización de la Industria Biotecnológica Chilena

AUTORES

Dr. Lionel Gil

Instituto de Ciencias Biomédicas, Facultad de Medicina
Universidad de Chile

Lic. Víctor Martínez

Instituto de Ciencias Biomédicas, Facultad de Medicina
Universidad de Chile

Dr. Utz Dornberger

Small Enterprise Promotion and Training
Universidad de Leipzig, Alemania

CONTENIDOS

Prefacio	1
Objetivos del Estudio	3
Metodología	4
Introducción	6
Clasificación de las Empresas Biotecnológicas	15
Caracterización General de la Industria Biotecnológica en Chile	20
Innovación Tecnológica en las Empresas	39
Aplicación de la Biotecnología en la Industria Tradicional Chilena	52
Fortalezas y debilidades de la Industria Biotecnológica Chilena	59
Recomendaciones	64
Referencias	77
Anexos	78



PREFACIO

En el año 1999, el Dr. Utz Dornberger de la Universidad de Leipzig, Alemania, con el apoyo de la Corporación de Fomento a la Producción (CORFO), realizó el primer estudio que caracterizó la industria biotecnológica en Chile. Esta investigación permitió conocer, en ese momento, la realidad de las empresas de biotecnología en Chile, principalmente en los temas de innovación tecnológica, estrategias de crecimiento, financiamiento, cooperación, dificultades en la realización de proyectos, etc.

El diagnóstico de las empresas biotecnológicas realizado en ese estudio y la información recopilada sobre la industria biotecnológica nacional permitieron aportar valiosos antecedentes a la formulación del proyecto al Banco Interamericano del Desarrollo. Este proyecto, al ser aprobado, significó para Chile un aporte de US\$ 50 millones para el Subprograma de Desarrollo Tecnológico en los sectores forestal, agropecuario y acuícola.

Por otro parte, producto del estudio de CORFO se dispuso por primera vez de una clasificación de las empresas de biotecnología en Chile, lo que permitía la posibilidad de segmentar las iniciativas de fomento para la investigación y desarrollo, según las características específicas de cada tipo de empresa. Además, la creación de una base de datos de empresas del área biotecnológica fue la primera herramienta para un seguimiento de la evolución de esta industria en el país.

La evolución de la biotecnología en el contexto mundial y la imperante necesidad de tomar decisiones que le permitan a Chile participar de esta revolución tecnológica, llevaron a CamBioTec - Chile, a petición del Ministerio de Economía y Energía a actualizar la información contenida en el estudio realizado



en 1999. En esta ocasión la investigación ha sido realizada por el Dr. Dornberger junto al Dr. Lionel Gil y el Lic. Víctor Martínez del punto focal en Chile de CamBioTec.



OBJETIVOS

El objetivo general de esta investigación es obtener nuevos antecedentes de las empresas de biotecnología en Chile, con el fin de tener una visión global del panorama actual de la industria. Esta información permitirá identificar el tipo de investigación que se está desarrollando en el país, conocer el estado de avance de la industria biotecnológica y puede servir de apoyo para la toma de decisiones relacionada con la formulación de políticas nacionales en el sector de la biotecnología.

El objetivo principal del estudio es poner a disposición pública una caracterización de la industria biotecnológica. Esta información permitirá identificar el tipo de investigación que se está desarrollando en el país y conocer el estado de avance de la industria biotecnológica del país.

Objetivos específicos

1. Tener una clasificación de empresas en el área biotecnológica
2. Disponer de un análisis comparado de la industria biotecnológica 1999 - 2001/2002
3. Generar una base de datos de empresas biotecnológicas en Chile
4. Contar con recomendaciones para impulsar el desarrollo la industria biotecnológica nacional



METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

La información de las empresas se obtuvo mediante entrevistas con los responsables de las empresas o de las áreas relacionadas con la investigación y el desarrollo. Estas personas respondieron una encuesta que contenía principalmente preguntas relacionadas con las actividades de investigación y desarrollo en las empresas, fuentes de financiamiento, cooperación en investigación y perspectivas de desarrollo. El texto completo de la encuesta se encuentra en el anexo 1.

Las entrevistas fueron personales, excepto en algunos casos en que no existía la posibilidad de una reunión con las personas que podían entregar la información requerida. En estos casos, las encuestas fueron respondidas por e-mail o por fax.

En total se encuestaron 25 empresas que se dedican de la biotecnología o que aplican esta herramienta tecnológica en sus procesos productivos. Las empresas están ubicadas en las regiones V, VIII, IX, y Metropolitana, las que constituyen los principales focos de investigación del país. Otras empresas, si bien fueron contactadas, no participaron en el estudio debido a diferentes razones.

Este estudio se focalizó en las empresas que, según el estudio realizado en el año 1999, fueron clasificadas en los niveles I y II, ya que éstas son las que tienen mayores perspectivas de desarrollo en el ámbito de la biotecnología. Sin embargo, también se obtuvo información de empresas tipo III y IV.

La comparación de las realidades de la industria biotecnológica chilena entre los años 1999 y 2001 se realizó tomando como base el estudio realizado por el Dr. Utz Dornberger para la CORFO.



Producto de la investigación que se realizó para encontrar nuevas empresas de biotecnología y de la información existente, se generó una base de datos actualizada de empresas de biotecnología en Chile. Esta base de datos contiene el nombre de la empresa, la persona encargada de la empresa o del área de investigación, el rubro de la empresa e información de contacto. La base de datos se presenta, para este estudio, tanto en forma impresa como digital, por lo que es susceptible de ser actualizada periódicamente.

A photograph of four petri dishes containing bacterial cultures. The top-left dish has a greenish, filamentous growth. The top-right dish has a blueish, more diffuse growth. The bottom-left dish has a pinkish, more solid growth. The bottom-right dish has a blueish, more diffuse growth. A metal grid is placed over the dishes. The word "Introducción" is overlaid in a large, stylized font.

Introducción



Panorama Global de la Biotecnología

La industria biotecnológica está mostrando un crecimiento explosivo a escala mundial, el que se sustenta principalmente en una fuerte inversión en investigación y desarrollo (I+D) por parte de los sectores público y privado, en el empleo de profesionales altamente calificados y en desarrollo de una cultura de emprendimiento innovador.

A pesar de los traspés económicos que ha sufrido, la industria biotecnológica sigue siendo uno de los sectores comerciales más prometedores. Las crecientes tasas de desarrollo de esta industria y las potencialidades del mercado dejan pocas dudas respecto a que la biotecnología es una de las herramientas más importantes con las que cuentan los países en vías de desarrollo para la creación de valor en términos sociales y económicos.

Gobiernos de diferentes países, tanto desarrollados como en vías de desarrollo, han tomado conciencia del potencial de la biotecnología y han decidido apostar fuertemente en esta área para poder posicionarse en el mercado. Las estrategias más comúnmente utilizadas son el fomento a la investigación básica, el incentivo a la colaboración entre las instituciones de investigación y las empresas, la búsqueda de alianzas y atracción de inversiones.

Las empresas de biotecnología son actores protagónicos en esta área, tanto por su cooperación en el desarrollo económico como por su contribución en la investigación. En el mundo existen alrededor de 4.300 empresas de biotecnología, de las cuales aproximadamente 3.700 son de capitales privados y 600 son transadas en bolsas de comercio. La mayor cantidad de empresas las posee la Unión Europea (1.900 empresas), de las cuales sólo un 5% corresponde



a empresas con transacciones bursátiles. En Estados Unidos existen alrededor de 1.400 empresas de biotecnología¹.

Los indicadores económicos internacionales para la biotecnología cayeron bruscamente durante el año 2000, producto de la crisis asiática y de la sensibilidad del mercado frente a los primeros traspies de productos biotecnológicos (principalmente por fallas en pruebas clínicas de los productos biomédicos). A pesar de esto, más de la mitad de las empresas que ingresaron al índice *NASDAQ 100* en el año 2001 eran del área de la biotecnología. Además, durante el primer cuarto del año 2002, se han logrado inyectar US\$ 5.7 billones en la industria biotecnológica², lo que denota una notable recuperación. Sin embargo, aún persiste cierto temor en las bolsas respecto a los negocios del área biotecnológica. El índice *NASDAQ* de biotecnología (NIB) ha caído un 29% durante este año, a pesar de que durante el primer cuarto del año 2001 había tenido un crecimiento del 22%.

El mercado de la biotecnología generó, en el período octubre 2000 – octubre 2001, ganancias por unos 35 billones de dólares, cifra que crece consistentemente. El 73% de estas ganancias se generan en la industria biotecnológica de Estados Unidos, lo que convierte a este país en el principal mercado biotecnológico en términos económicos. La Unión Europea acapara el 21% de las ganancias de la industria biotecnológica mundial (lo que corresponde a US\$ 7.5 billones), mientras que Canadá obtuvo ganancias por US\$ 1 billón en el período señalado anteriormente³.

Las proyecciones de crecimiento de los distintos mercados de la biotecnología a nivel mundial son muy promisorias. A modo de ejemplo, en el área

¹ Datos de Ernest & Young "Biotechnology in a glance" 2002. En <http://www.ey.com/>

² Fuente: Biotechnology Industry Organization

³ Cifras de Ernest & Young en su revisión anual "*Beyond Borders: Ernest & Young's Global Biotechnology Book*"



de la genómica se espera un crecimiento de aproximadamente un 1200% para el año 2006. La Tabla 1 muestra datos sobre la proyección de crecimiento de distintas áreas de la biotecnología.

Tabla 1: Proyecciones de crecimiento del mercado biotecnológico (2001-2006)

Area	Volumen mercado (2001) en US\$ millones	Volumen mercado (2006) en US\$ millones	Crecimiento
Genómica	310	3800	1200%
Proteómica	520	1900	365%
Biotecnología medica	757	3600	457%
Bioinformática	420	1200	286%
Farmacogenómica	2300	8500	369%
Bioingeniería Terapéutica	1300	1800	138%
Bioingeniería industrial	788	1000	127%
Bionanotecnología	1100	2100	190%
Inmunotecnología	58	399	687%

Fuente: Biotechnology Industry Association. "Biotech 2002 Worldwide: State of the Biotechnology Industry"

Estado Unidos basa su liderazgo en una plataforma científica de excelencia, cultura de emprendimiento y un rápido acceso a capitales privados. Estas características generan tasas de crecimiento de las ganancias que van entre un 15 y un 20% al año. Además, el empleo de fuerza laboral en esta área crece en forma similar (19% en el período 1996-97 y 9% en 1997-98). Por otro lado, el Gobierno norteamericano ha decidido impulsar la creación polos biotecnológicos para atraer y concentrar las inversiones. Actualmente existen 5 regiones que tienen en común la excelencia en la investigación y el desarrollo de sistemas tecnológicos de punta.



Otros estados, como Japón, han decidido focalizarse en la investigación de ciertos temas (como los SNPs⁴) e invertir en incubadoras de empresa. La meta de Japón es contar con una industria biotecnológica de al menos 1.000 empresas para el año 2010. Taiwán ha decidido invertir cerca de US\$ 570 millones en el tema de biotecnología ofreciendo conjuntamente beneficios tributarios. Singapur ha creado un “Biopolis” o parque tecnológico y ha establecido un fondo de US\$ 700 millones para investigaciones biomédicas, entre otras iniciativas.

La estrategia que siguen actualmente las grandes empresas de biotecnología es la compra y el establecimiento de alianzas. Esto le permite a las empresas acceder a los beneficios de la propiedad intelectual de los productos que ya se han desarrollado, gozando así de una exclusividad a largo plazo en el mercado.

Las alianzas han resultado ser la forma más efectiva para fomentar el desarrollo de las pequeñas y medianas empresas de biotecnología, generando así la masa crítica necesaria para una industria fuerte. Al no poder competir con las grandes empresas y consocios tecnológicos, las PyMES biotecnológicas se transforman, por medio de acuerdos, en generadores de insumos tecnológicos que son capitalizados por las grandes firmas. De esta forma, pueden evadir las fuertes barreras de entrada al mercado que impone la competencia. Una pequeña empresa puede manejar varios de estos acuerdos, sustentando con esto su crecimiento.

La biotecnología no sólo tiene implicaciones en el sector económico. En la actualidad, casi 190.000 personas están empleadas en empresas de biotecnología

⁴ SNP (*single nucleotide polymorphisms*): Cambios de un nucleótido (base) en la secuencia del ADN. Uno de cada 1.000 nucleótidos de nuestro DNA es variable. Los SNPs pueden servir como marcadores para la identificación de factores genéticos de susceptibilidad para las enfermedades comunes o ciertos contaminantes ambientales.



alrededor del mundo. Por otro lado, más de 350 billones de personas en todo el mundo se han visto beneficiadas por más de 130 drogas y vacunas desarrolladas en base a la biotecnología, las cuales han sido desarrolladas en un 70% durante los últimos 6 años. Además, actualmente existen más de 350 nuevas drogas y vacunas en ensayos clínicos, que están dirigidas al tratamiento de más de 200 enfermedades, entre ellas, varios tipos de cáncer, Alzheimer y SIDA.

La importancia de la biotecnología para países como Chile

Los países en vías de desarrollo cuentan con ventajas competitivas principalmente en áreas relacionadas con la explotación de recursos naturales. Por esto, la aplicación de la biotecnología les permite agregar valor a los productos y, por consiguiente, rentabilizar el desarrollo en estas áreas.

La FAO subraya que la biotecnología, junto con otras tecnologías, ofrece nuevas soluciones para el desarrollo sustentable de la agricultura, proporcionando, además, una mayor seguridad para la nutrición humana. A modo de ejemplo, las plantas genéticamente modificadas que cuentan con resistencias específicas contra ciertos parásitos producen una significativa disminución en el uso de productos químicos en la agricultura. Esto, obviamente, tiene un impacto beneficioso tanto en el medioambiente como en la salud humana. Las plantas modificadas que presentan adaptaciones para crecer en medios altamente salinos mejoran la producción de suelos de bajo rendimiento. Además, la biotecnología ofrece nuevos métodos de diagnóstico para enfermedades de plantas, contribuye al control de plagas y aporta nuevas técnicas para la investigación. También la OCDE ve en la biotecnología una tecnología muy valiosa para el desarrollo de métodos sostenibles en la producción y protección de plantas (Brenner, 1998).



Históricamente, Chile ha basado su desarrollo económico en la explotación de recursos naturales no renovables. En este contexto, la biotecnología se presenta como una herramienta muy útil para el aumento de la capacidad competitiva de los sectores relacionados. El potencial de la aplicación de la biotecnología es enorme en la fruticultura, silvicultura, piscicultura, producción vitivinícola y también en la industria minera, pilar de la economía de Chile.

La utilización de la biotecnología permite, entre otras cosas, la obtención de variedades vegetales con una mejora sustancial en ciertas características de interés económico, como por ejemplo: gusto, color, tasa de crecimiento, resistencia a plagas, etc. Además, se puede obtener una mayor producción y un menor uso de pesticidas. El avance en el conocimiento del genoma de diferentes frutas y las nuevas estrategias de selección basadas en métodos moleculares, reducen los costos de producción y el tiempo invertido en los procedimientos de cultivo clásicos (Altman, 1999). Las frutas modificadas genéticamente para que contengan resistencias específicas y un ciclo de maduración retrasado pueden tener un gran éxito en los mercados internacionales. Sin embargo, este éxito depende en gran medida de la percepción que el público tenga respecto a estos avances, lo que finalmente determinará la voluntad de consumir estos alimentos.

Los alcances de las tecnologías basadas en ADN recombinante y la biología molecular son inmensos, por lo que, para la silvicultura chilena, se abre un amplio espectro de aplicación con grandes beneficios económicos. El desarrollo de variantes transgénicas de pino, resistentes a la polilla del brote, generaría ahorros en la aplicación de pesticidas y un mayor rendimiento por hectárea de terreno cultivado, con un valor superior a los US\$ 25 millones (Fundación Chile, 1999).

En vista del aumento del consumo mundial de pescado y de la disminución del stock natural de éstos, la piscicultura y la producción intensiva sustentable



adquieren cada vez más importancia. Entre un 10% y 15% del pescado consumido mundialmente se obtiene a través de la acuicultura intensiva (Große et al., 1998). En los últimos años, Chile se ha convertido en el segundo mayor exportador de salmón a nivel mundial. Por esta razón, la producción eficaz (mayor cantidad, mejor calidad y bajos costos) del salmón y de otros peces es de gran interés para los productores chilenos. La biotecnología también tiene un rol importante en este sector, particularmente en el desarrollo de nuevos métodos de diagnóstico molecular de enfermedades (tanto virales como bacterianas) y el desarrollo de nuevas vacunas (vacunas de ADN). Además, el desarrollo de complementos alimenticios especiales para peces, producidos a base de colorantes naturales representa un área muy lucrativa. En el sector acuícola chileno existen mercados interesantes para las empresas biotecnológicas de Chile, tanto en la producción de kits de diagnóstico como en la prestación de servicios.

Otra aplicación interesante de la biotecnología en Chile es la producción de químicos finos a partir de materias primas naturales, aprovechando la amplia variedad de recursos en esta área. Entre las posibilidades de desarrollo en este sector, se pueden mencionar la producción de esteroides a partir de los desechos de la industria de la celulosa o la producción de alginatos y de carotenoides a partir de algas.

Políticas de innovación tecnológica en Chile⁵

Durante la década de los noventa, el Gobierno chileno empezó a mostrar un creciente interés por el tema de innovación tecnológica. La incorporación y desarrollo de tecnologías en la industria chilena se visualizaba como la alternativa



más viable y estratégicamente factible para sustentar el desarrollo de Chile. Entre los años 1992 y 1995 se desarrolló el **Programa de Ciencia y Tecnología**, con apoyo del Banco Interamericano del Desarrollo (BID). Posteriormente, se ejecutó el Programa de Innovación Tecnológica (PIT) (1996-2000). Estos Programas fueron los dos pilares de la política de innovación tecnológica en Chile durante la década de los noventa.

Actualmente, se trabaja en el nuevo Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica (PDIT), con el apoyo de un nuevo crédito del BID. El objetivo general del Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica⁶ es contribuir al aumento de la competitividad de la economía chilena mediante apoyo a la innovación y al desarrollo tecnológico en áreas estratégicas de la economía nacional, y a su transferencia y difusión en el sector empresarial. El logro de este objetivo pasa por desarrollar las siguientes acciones estratégicas: (i) identificar y priorizar los ejes fundamentales del desarrollo tecnológico y productivo nacional en el largo plazo; (ii) acelerar y fomentar la introducción de las tecnologías de información y comunicaciones en el sector productivo nacional; (iii) impulsar el incremento de la competitividad de los sectores forestal, agrícola y acuícola, a través del desarrollo de la biotecnología en sus procesos y productos; (iv) mejorar el desempeño ambiental y productivo de las empresas chilenas, apoyando el desarrollo de procesos de producción más limpios; y (v) promover en las empresas chilenas la adopción de sistemas de gestión de la calidad y la productividad. El logro de estas acciones supone el despliegue de programas integrados, que incluyan actividades de I+D; transferencia tecnológica; formación de investigadores, profesionales y técnicos; fortalecimiento de la infraestructura y de la institucionalidad científico-tecnológica; y difusión de estas actividades hacia el sector productivo nacional.

⁵ Datos obtenidos del estudio “Una visión actual de la Biotecnología en Chile” (2001). Dr. Lionel Gil, Dr. Utz Dornberger y Lic. Víctor Martínez

⁶ Fuente: Ministerio de Economía, Minería y Energía.



Clasificación de las Empresas Biotecnológicas



El primer paso para una clasificación de las empresas de biotecnología es definir qué entendemos por este término. Según Ernest & Young, la biotecnología es: *“La aplicación de la ciencia y la ingeniería en el uso directo o indirecto de organismos vivos o parte de ellos, en sus formas naturales o modificadas, en forma innovadora para la producción de bienes y servicios o para la mejora de los procesos existentes”*.

Esta definición incluye las siguientes categorías:

- **ADN:** genómica, farmacogenómica, marcadores genéticos, secuenciación / síntesis / amplificación de ADN, ingeniería genética.
- **Proteínas y moléculas (como bloques funcionales):** secuenciación síntesis de proteínas, ingeniería de lípidos y proteínas, proteómica, hormonas, y factores de crecimiento, receptores celulares.
- **Cultivo e ingeniería de células y tejidos:** Cultivo de células y tejidos, ingeniería de tejidos, hibridación, fusión celular, vacunas / estimulantes del sistema inmune, manipulación de embriones
- **Biotecnologías de procesos:** Bioreactores, fermentación, bioprocesamiento, biolixiviación, bio-pulpaje, bio-blanqueamiento, biodesulfuración, bioremediación, y biofiltración.
- **Aplicaciones médicas:** Terapia génica, vectores virales.

Según esta definición, existen dos factores que son de suma importancia al momento de establecer criterios en biotecnología: la innovación y la producción de bienes o servicios. La innovación puede entenderse como la utilización comercial de una novedad y se diferencia en este hecho de la invención (que puede ser



considerada la primera fase de la innovación). La producción de bienes y servicios debe ir acompañado de un exhaustivo análisis del mercado en que se está compitiendo y de las fortalezas que se poseen para el desarrollo en un área específica.

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 (Ernest & Young)

Según el grado de aplicación de procedimientos biotecnológicos se ha realizado una clasificación de las empresas de biotecnología. 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 Tabla 2).



Tabla 2: Tipos de empresas que se dedican de la biotecnología

	Definición
Tipo I	Empresa que desarrolla productos y/o procesos biotecnológicos avanzados, que realiza investigación y desarrollo y que comercializa productos o servicios biotecnológicos propios y de otras empresas
Tipo II	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 de otras empresas
Tipo III	Empresa que posee fondos y/o realiza I+D para incorporar o adaptar procesos en su cadena de producción (sus productos finales son tradicionales)
Tipo IV	Empresa que comercializa productos biotecnológicos y que no realiza (ni pretende realizar) investigación y desarrollo

Las empresas de Tipo I son las tradicionales empresas de biotecnología. 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 el mercado nacional como en el internacional.

Las empresas de Tipo II son un grupo bastante interesante, ya que allí se encuentran las empresas en formación que tienen algunos productos o servicio de desarrollo propio y que generan flujo de dineros con la venta de productos de otras empresas, principalmente internacionales. Estas empresas están orientadas hacia el desarrollo de una fuerte componente de investigación y desarrollo en sus productos, por lo que en futuro, algunas pasarán a formar 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 en Chile de transnacionales. Sin embargo, en este grupo también se pueden encontrar empresas que tienen como objetivo final el desarrollo de productos biotecnológicos a través de la investigación y desarrollo.

The background of the slide features a semi-transparent image of laboratory glassware. On the left, a large Erlenmeyer flask is partially filled with a red liquid. To its right, a smaller round-bottom flask is also filled with red liquid. In the upper right, a beaker is tilted, pouring red liquid into another beaker. The overall scene is set against a light, neutral background.

Caracterización General de la Industria Biotecnológica en Chile



En comparación con otras regiones del mundo, el desarrollo de la biotecnología moderna en el sector empresarial comenzó relativamente tarde en América Latina. A mediados de los ´80, la biotecnología se aplicó en los procedimientos tradicionales de fermentación en la producción de cerveza, de vino y de queso. Los métodos modernos, como la ingeniería genética, se empezaron a utilizar a finales de los ´80, en el desarrollo de la producción enzimática (Biobras de Brasil), en la producción farmacéutica (Bio Sidus de Argentina) y en la producción de kits de diagnóstico (Bios-Chile), principalmente para el mercado local (Solleiro & Castañón, 1999). Este atraso se debe principalmente a la resistencia de las empresas tradicionales al cambio tecnológico y a la falta de capacidad de I+D en las empresas (Solleiro y Castañón, 1999). Las actividades I+D se encuentran tradicionalmente en las universidades e instituciones públicas, siendo la cooperación con el sector privado aún demasiado débil. Además, existe un déficit de especialistas altamente calificados en las áreas de biotecnología, bioquímica, biología molecular y genética. En resumen, se puede indicar que el mencionado déficit en la aplicación de la biotecnología encuentra principalmente su causa en el atraso de los sistemas nacionales de innovación en América Latina.

Es necesario destacar que los países con mayor capacidad universitaria de I+D (Brasil, Argentina, México), muestran a su vez el mayor progreso de aplicación de biotecnología moderna en el sector empresarial. Incluso Cuba es muy activa en la producción terapéutica y de vacunas basadas en métodos biotecnológicos debido a la consolidación nacional (ISB, 1999). En la Tabla 3 se enumeran algunas de las empresas biotecnológicas más importantes de América Latina, principalmente activas en los 3 siguientes sectores:

- biotecnología en la agricultura
- productos farmacéuticos
- productos químicos finos (aminoácidos, pigmentos, vitaminas, entre otros).



Hasta ahora existe poca actividad en la aplicación de la biotecnología tanto en el sector forestal y ganadero como en la producción de pescado, aunque estas industrias son de gran importancia económica en América Latina.

Tabla 3: Las empresas biotecnológicas más importantes de América Latina

País	Empresa	Actividades biotecnológicas
Brasil	Biobras	producción de enzimas e insulina
Brasil	Valle	producción de vacunas y fármacos
Argentina	Bio Sidus	producción de fármacos (Interferón) extracción de sustancias de plantas
México	Pulsar	desarrollo de plantas transgénicas (frutas, verduras)
Cuba	CIGB ^b	producción de Interferón y vacunas (Hepatitis B, Meningitis B)
Venezuela	Polar	kits de diagnóstico
Chile	Bios-Chile	kits de diagnóstico

^a Fuente: Solleiro & Castañón, 1999; Cassiolato & Lastres, 1999

^b Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología

En ningún país latinoamericano se puede hablar de la presencia de un gran número de empresas que cooperen entre sí en el ámbito de la biotecnología. Sólo en el Brasil se ha desarrollado un pequeño cluster de empresas biotecnológicas en Minas Gerais (Cassiolato y Lastres, 1999). Este cluster está dominado por la empresa biotecnológica más antigua de Brasil: Biobras. En esta agrupación existen 12 empresas biotecnológicas que representan principalmente spin-offs de la Universidad de Minas Gerais.



Empresas de biotecnología en Chile

Según el grado de aplicación de procedimientos biotecnológicos se identificaron un total de 21 empresas en el nivel I, 8 en el nivel II y 25 en el nivel III en Chile (véase Tabla 4) en el año 2002. La muestra de esta investigación contiene 18 empresas de nivel I, 3 de nivel II, 3 de nivel III y 1 de nivel IV.

Tabla 4: Clasificación de las empresas biotecnológicas

Clasificación	Número total empresas año 1999	Muestra año 1999	Número total empresas año 2002	Muestra año 2002
nivel I	17	16	23	18
nivel II	5	3	8	3
nivel III	32	10	25	3
nivel IV	> 20	2	> 20	1

Debido a la heterogeneidad (empresas grandes y PyMEs, diversos rubros) entre las empresas examinadas, el análisis del sector empresarial se divide en dos partes. Primero, se caracteriza el grupo relativamente homogéneo de las empresas biotecnológicas (nivel I y II) según diversos indicadores (ventas, exportaciones, calidad de I+D, cooperación, entre otros) y luego se realiza un análisis de la aplicación de la biotecnología en industrias tradicionales de Chile (empresas de tipo III).



La industria de la biotecnología chilena es relativamente joven. Dos tercios de las empresas se fundaron en los pasados 10 años. Un 40% de las empresas encuestadas fueron creadas por académicos del sector universitario. Esto representa un aumento significativo con respecto al número de empresas creadas por académicos en el año 1999 (26%). Cabe desatacar que la mitad de las empresas iniciadas por empleados universitarios no estaban incluidas en el estudio anterior, es decir, en algo más de dos años, casi se ha duplicado el número de empresas de origen universitario. Por otro lado, particulares, otras empresas y la Fundación Chile también se han encargado del establecimiento de empresas biotecnológicas. Un dato interesante a destacar es que un 80 % de las empresas biotecnológicas están ubicadas en la Región Metropolitana.

Según la clasificación de volúmenes de ventas y de número de personal establecida por CORFO⁷, cuatro compañías son medianas, catorce pequeñas y tres son microempresas. Las características (ventas, exportaciones, etc.) del rubro (véase Tabla 5a) muestran claramente que la industria de la biotecnología chilena se encuentra débilmente desarrollada. En el año 1999, las empresas biotecnológicas en Chile mostraban ventas por algo más de US\$ 7 millones. La mayor parte de estas ventas (cerca del 60%) correspondían a las empresas de diagnóstico médico y veterinario. En el año 2001, las ventas de los principales productos de la industria biotecnológica, indicadas en la encuesta, se mantuvieron alrededor de los US\$ 7 millones. Se estima que las ventas totales de todas las empresas biotecnológicas en Chile llegan a cifras de US\$ 8 a 9 millones. Alrededor de 70 % de las ventas son productos o servicios biotecnológicos en el sentido estricto.

⁷ Clasificación CORFO según volumen de ventas y número de personal: Microempresa: 2400 UF en ventas, 1-4 trabajadores; empresa pequeña: 2401-25000 UF en ventas, 5-49 trabajadores; empresa mediana: 25.001-100.000 UF en ventas, 50-199 trabajadores; gran empresa: más de 100.000 UF en ventas, más de 200 trabajadores

**Tabla 5a: Características de empresas biotecnológicas según ramas de productos**

Rama de producto	empresas 1999	empresas 2002	ventas 1999 (US\$ Mill.)	ventas 2001 (US\$ Mill.)
diagnóstico médico y veterinario	5	8	4,45	4,71
enzimas y químicos finos	5	4	1,72	1,11
biofertilizantes y biopesticidas	2	2	1,0	0,69
aplicaciones biotec. en el sector forestal	1	1	no hay datos	no hay datos
biotecnología ambiental	1	2	0,01	0,09
control biológico de plagas	2	3	0,15	0,36
ingeniería genética de plantas	3	1	0	0,12
TOTAL	19	21	7,33	7,07

La mayoría de las empresas se desenvuelven en los sectores de diagnóstico médico y veterinario, en el de la producción de enzimas y de productos químicos finos (a menudo a partir de recursos naturales). Los kits de diagnóstico médico (enfermedad de Chagas, prueba de embarazo, entre otros) son en su mayoría producidos por la empresa líder del área, Bios-Chile S.A, y vendidos en Chile y otros países latinoamericanos. Otros productos biotecnológicos se basan principalmente en el uso de recursos naturales, como por ejemplo, el biopesticida producido por Actigen S.A., que contiene quitosano, un compuesto obtenido del caparazón de crustáceos (desechos de la industria pesquera) o la proteína Blue Carrier® de Biosonda S.A., que se extrae de una especie chilena de molusco (*Conchalepas conchalepas*). Otras empresas se concentran cada vez más en la oferta de servicios especiales para el sector forestal, agrícola y para la piscicultura (como por ejemplo Diagnotec S.A., Vitrogen y otras).



Se puede observar un aumento considerable en el número de empleados de empresas biotecnológicas entre los años 1999 y 2001. En el año 1999, 238 personas trabajaban en las empresas de biotecnología en Chile, mientras que en el año 2001 este número aumentó a 444, lo que representa un incremento del 186%. Este aumento en personal no se ha visto reflejado en una alza en el volumen de ventas de las empresas, tal como se mostró anteriormente (las ventas se mantienen en US\$ 7 millones entre 1999-2001). Una posible explicación para este hecho es que, como se verá más adelante, se ha registrado un aumento considerable en la proporción de los recursos de fondos concursables destinados directamente al fomento de las actividades de I+D al interior de las empresas. La mayor disponibilidad de fondos estatales les permite contar con mano de obra altamente calificada y de bajo costo, como técnicos, tesis de carreras relacionadas y estudiantes de doctorado, los que son financiados por ítems especiales en los proyectos y que no significan un desembolso real para las empresas.

Interesante también es el incremento de un 60% en las exportaciones entre los años 1999 y 2001 (Tabla 5b). Los mercados destino para las exportaciones son principalmente en América Latina y Estados Unidos y se concentran en productos como kits de diagnóstico, químicos finos y biopesticidas. Esto puede reflejar un cambio en la percepción de los empresarios biotecnológicos nacionales sobre la importancia de los mercados extranjeros. El mercado chileno es pequeño, sobretodo para cierto tipo de productos biotecnológicos, y todavía falta fomentar el uso de esta herramienta en diversos sectores de la economía nacional. La industria biotecnológica debe considerar un mercado global para sus productos, para que su desarrollo sea económicamente rentable.

**Tabla 5b: Características de empresas biotecnológicas según ramas de productos**

Rama de producto	Nº empleados 1999	Nº empleados 2001	Exportaciones 1999 Mill. US\$	Exportaciones 2001 Mill. US\$
diagnóstico médico y veterinario	95	151	0,70	1,26
enzimas y químicos finos	68	153	0,41	0,39
biofertilizantes y biopesticidas	16	24	0,17	0,38
aplicaciones biotecnol. en el sector forestal	31	72	0	0
biotecnología ambiental	3	8	0	0
control biológico de plagas	22	19	0	0
ingeniería genética de plantas	3	17	0	0
Total	238	444	1,28	2,03

Financiamiento

Una empresa de biotecnología requiere un alto nivel de inversión, tanto en su formación como en su posterior funcionamiento. En una primera etapa, la inversión en investigación corresponde a casi todo el presupuesto con el que cuenta la empresa y en una segunda etapa, los excedentes generados son reinvertidos casi en su totalidad en investigación y desarrollo. Cifras en Alemania y Estados Unidos indican que una empresa biotecnológica necesita en promedio de US\$ 3 - 5 millones de capital en la fase start-up.



Una de las estrategias para afrontar los altos costos de puesta en marcha de una empresa de biotecnología es la venta de productos de otras empresas o servicios generales de desarrollo propio, sin poner mucho énfasis en la investigación y desarrollo. El beneficio de esta modalidad es la pronta generación de flujos de dinero, lo que permite la estabilización financiera de la empresa. Sin embargo, esto demora considerablemente el inicio de las actividades de I+D al interior de la organización e incluso, puede llevar a una postergación de los objetivos planteados inicialmente en este sentido.

Esta situación se relaciona con el patrón de financiamiento que tienen las empresas de biotecnología en Chile. El 71 % de las empresas se financian con fondos privados, es decir: inversiones de otras empresas relacionadas (consorcios, subsidiarias, etc.), inversiones familiares o de amigos e inversión de las utilidades de la propia empresa (el 38 % de las empresas se financia básicamente a través de la reinversión de sus utilidades). Al financiarse de esta forma, los montos de dinero que se pueden destinar a procesos de I+D en nuevos productos o servicios son relativamente reducidos, por lo que es necesario generar recursos por otras vías.

Un hecho interesante a considerar es el reducido número de empresas que se financia a través de capital de riesgo. Sólo 2 empresas (9.5%) han conseguido financiamiento a través de este medio, principalmente a través de iniciativas personales que contribuyen con su propio capital al despegue de las empresas (etapa start-up), lo que se conoce como “inversionistas ángeles”.

Solamente una de las empresas encuestadas cuenta con participación minoritaria de una empresa extranjera. Inversiones extranjeras en el sector de la biotecnología en Chile son casi inexistentes. Los pocos casos que se registran se concentran básicamente en sucursales de comercio y servicio.

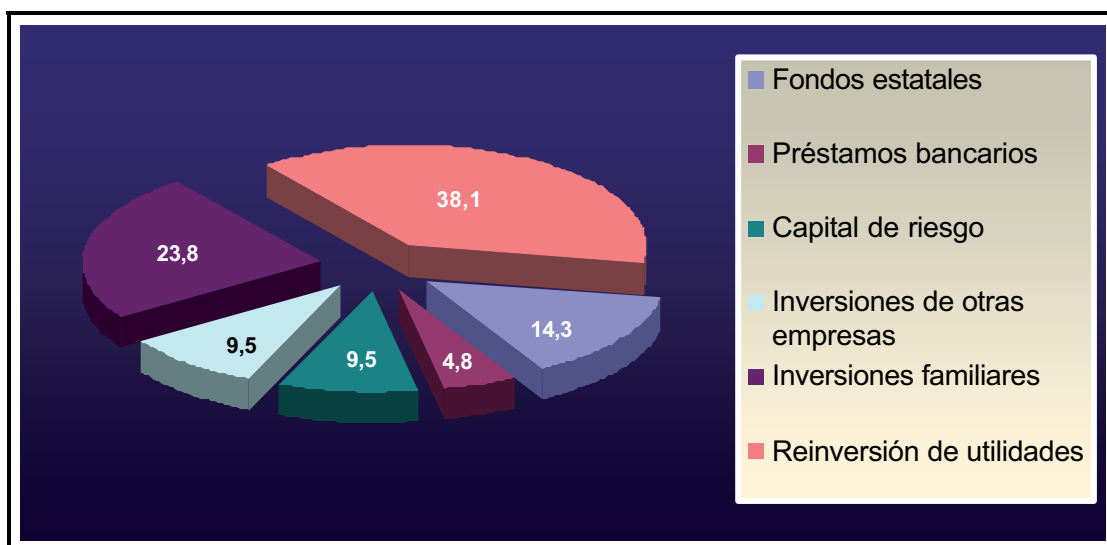


Solamente un 14 % de las empresas tiene como fuente principal de financiamiento los fondos estatales concursables. Sin embargo, un 33 % de las empresas los ha utilizado como una fuente suplementaria de financiamiento.

La banca tradicional sigue teniendo poca participación en el financiamiento de empresas de este rubro (sólo una de las empresas investigadas consideró esta alternativa entre sus fuentes principales de financiamiento). Esta alternativa ha sido utilizada mayoritariamente por empresas que ya tienen una existencia considerable en el mercado (más de 15 años). Estos préstamos han sido utilizados para financiamientos parciales, preferentemente en aspectos relacionados con el funcionamiento normal de una empresa, dejando de lado las actividades de alto riesgo.

La Figura 1 resume la incidencia de las diferentes fuentes de financiamiento en las empresas de biotecnología

Figura 1: Principales fuentes de financiamiento de las empresas biotecnológicas en Chile





El fomento estatal en el área de la biotecnología se realiza esencialmente a través de los fondos tecnológicos como FONTEC, FDI, FONDECYT, FONDEF, FIA y SAG. La promoción de la biotecnología no se clasifica en la mayoría de los fondos como objetivo de desarrollo estratégico, es decir, este campo de la tecnología cuenta con una escasa ayuda especial por parte del estado. Las empresas pueden solicitar financiamiento para sus proyectos de I+D a los fondos FONTEC, FDI, FONDECYT (proyectos seleccionados de la investigación básica), SAG y FIA. Las universidades y los institutos tecnológicos utilizan principalmente FONDECYT, FONDEF y FIA para el financiamiento de sus actividades de I+D. La Tabla 6a da una descripción del financiamiento de proyectos biotecnológicos por parte de los distintos fondos concursables nacionales en el período 1991 - 1999.

Tabla 6a: Fomento estatal de biotecnología en Chile (años 1991-1997)

Fondo tecnológico	1991 - 1997			1997-1999		
	proyectos	Montos aprobados US\$ Mill.	fomento directo de I+D en empresas	proyectos	montos aprobados US\$ Mill.	fomento directo de I+D en empresas
FONTEC	23	1,25	100 %	34	3,3	100 %
FDI	n.i.	n.i.	n.i.	5	2,8	0 %
FONDEF	49	30	0 %	24	9,2	0 %
FONDECYT	116	5,5	n.i.	61	7,0	4 %
FIA	n.i.	n.i.	n.i.	6	0,8	4 %
SAG	n.i.	n.i.	n.i.	3	0,3	100 %
Total	188	36,75		132	23,4	

^a La especificación oficial de FONTEC cita 17 proyectos en la biotecnología con un volumen total de US\$ 1,0 millones entre 1997 y 1999 (www.corfo.cl/fontec). Esta especificación es claramente más baja que los números presentados aquí (34 proyectos, 3,3 millones de US\$), puesto que FONTEC resume principalmente los proyectos con una aplicación industrial de la biotecnología bajo categoría de los proyectos biotecnológicos. No obstante, los proyectos de I+D basados predominante en procedimientos biotecnológicos en el ámbito de la piscicultura, agricultura o silvicultura no entran en esta categoría.



La gran parte del fomento estatal entre 1997 y 1999 se concentró en las universidades e institutos tecnológicos. Según nuestro propio análisis de los proyectos aprobados en el área de la biotecnología entre los años 1997-2001 (Tabla 6b), sólo un 15 % de los recursos financieros fueron concedidos para el fomento directo de actividades de I+D en empresas de biotecnología. Entre los años 2000 y 2001, un 20.5% de los recursos otorgados por los fondos fueron asignados a proyectos de I+D en empresas. Este aumento da cuenta de un mayor conocimiento de las oportunidades de financiamiento por parte de las empresas. También demuestra el interés de las empresas por internalizar las actividades de I+D.

Tabla 6b: Fomento estatal de biotecnología en Chile (años 2000-2001)⁸

	2000 – 2001 ^a		
fondo tecnológico	proyectos	montos aprobados Mill. US\$	fomento directo de I+D en empresas
FONTEC	12	0.59	100 %
FDI	8	1.9	39 %
FONDEF	18	4.4	0 %
FONDECYT	23	1.36	0 %
FIA	22	3.4	15%
SAG	5	1.7	56 %
Total	88	13.35	

⁸ Estos datos se derivan de un análisis realizado sobre la base de todos los proyectos biotecnológicos aprobados por los diferentes fondos concursables entre los años 1997-2001. Se investigaron los resúmenes proporcionados por las diferentes instituciones



A modo de comparación, se realizó un análisis de la base de datos del Sistema de Información Nacional en Biotecnología Agropecuaria⁹. En ésta se presentan, a la fecha, 196 proyectos de biotecnología.

Se puede observar que el aporte total de los fondos de investigación ha incrementado bastante, sobretodo a partir de 1997, con algunas bajas en los años 1999 y 2000, pero mostrando un extraordinario repunte en el año 2001, debido al ingreso de recursos frescos provenientes del BID (véase Figura 2). Por otro lado, el aporte directo a las empresas no muestra un crecimiento proporcional al aumento de los fondos asignados. El volumen de dinero inyectado en las empresas es aún muy bajo comparado con el aporte total. En cuanto al aporte directo a las empresas, en el año 1999 un 12.9% de los recursos fueron en directo beneficio de éstas, mientras que en año 2000, este porcentaje se incrementó hasta un 37.8%. En el año 2001 se verificó un descenso con respecto al año anterior (14.8%). En la Figura 3 se muestra la evolución en el tiempo del aporte directo de los fondos concursables a las empresas.

⁹ Información disponible en <http://www.biotecnologia.gob.cl>



Figura 2: Aportes totales de fondos concursables y montos destinados a las empresas de biotecnología

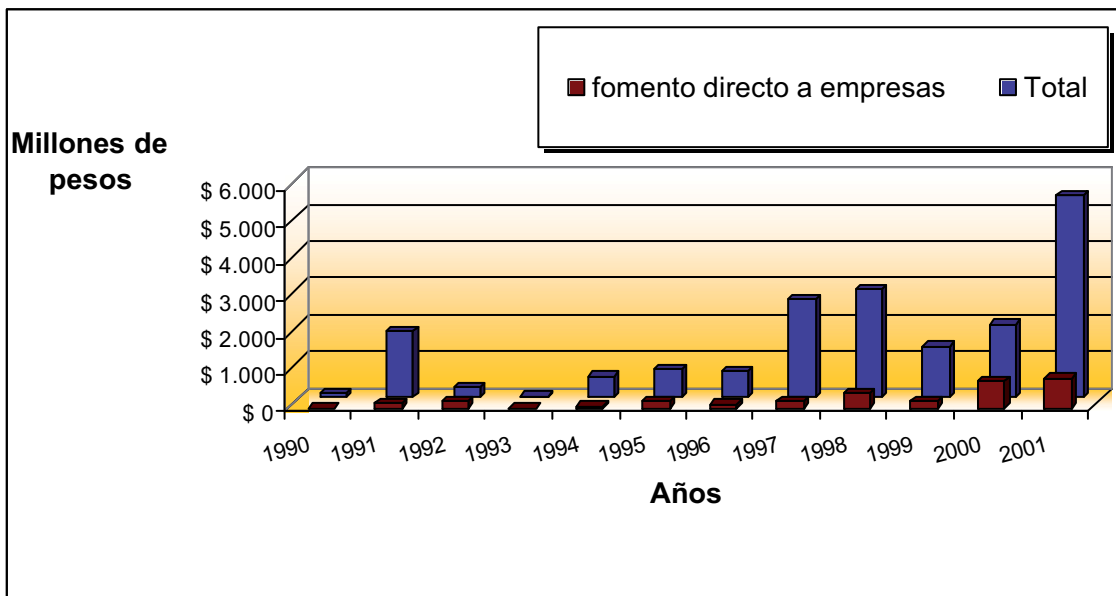
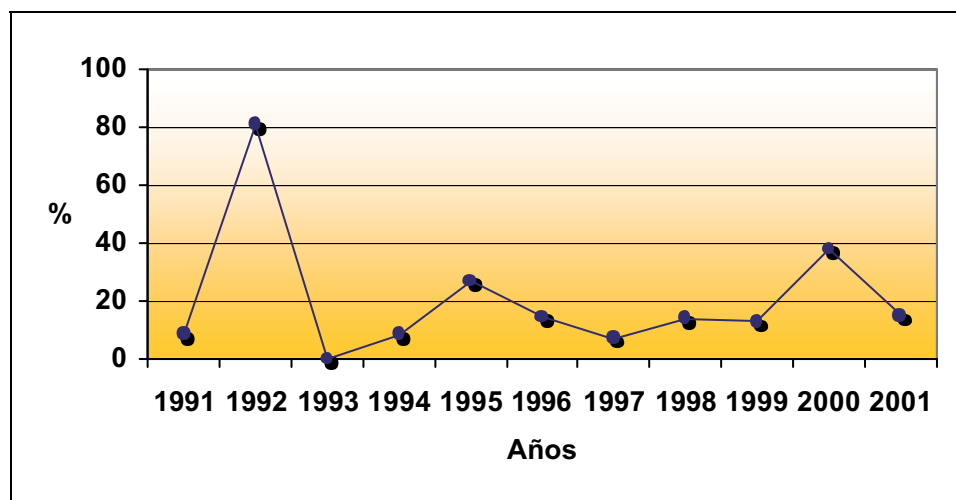


Figura 3: Porcentaje de los fondos destinados a actividades de I+D en las empresas





El fondo tecnológico FONTEC sigue siendo la institución más importante para el fomento directo de proyectos de I+D en empresas biotecnológicas. Dos tercios de las empresas investigadas en este estudio han utilizado esta fuente de financiamiento. Por otro lado, casi un cuarto de las empresas ha participado en proyectos FDI en los últimos 5 años.

Además se realizó un análisis del financiamiento para biotecnología en diferentes sectores relevantes para el país. Los resultados se muestran en la Tabla 7.



Tabla 7: Fondos destinados a la investigación biotecnológica por sector

Año	Sectores			
	Agrícola	Acuícola	Pecuario	Forestal
Total 1990 (*)	41,2	17,7	26,6	0
% empresas	0%	0%	0%	0%
Total 1991	388,6	400	41,1	486
% empresas	4%	0%	0%	0%
Total 1992	27,7	155	33,7	0
% empresas	0%	100%	51%	0%
Total 1993	4,5	0	0	0
% empresas	0%	0%	0%	0%
Total 1994	97,8	40,7	205,2	19,8
% empresas	0%	0%	11%	0%
Total 1995	121,7	277,2	73,7	148,9
% empresas	36%	14.4%	100%	0%
Total 1996	248,4	77,5	88,2	20
% empresas	16%	16%	23%	0%
Total 1997	486,3	50	494,2	376,2
% empresas	2%	0%	0%	1%
Total 1998	559,6	747,8	290,8	857,1
% empresas	26%	0%	54%	7%
Total 1999	639,6	45	292,2	182
% empresas	14%	39%	0%	0%
Total 2000	713,5	37,2	417,1	182
% empresas	7%	100%	100%	100%
Total 2001	1015	1179	287,5	1370
% empresas	0%	12%	0%	29%
TOTAL FONDOS	4344	3027	2250	3642

(*) todos los valores de los montos anuales están expresados en millones de pesos



Tabla 7 (Continuación)

Año	Sector				
	Celulosa/Papel	Químicos finos	Biopesticidas	Diagnóstico	Otros
Total 1990 (*)	288,0				
% para Empresas	0%				
Total 1991		158,0			
% para Empresas		0%			
Total 1992					15,7
% para Empresas					100%
Total 1993					
% para Empresas					
Total 1994	43,7		99,7	24,3	31,1
% para Empresas	0%		0%	100%	0%
Total 1995		60,6	75,5		
% para Empresas		37%	29%		
Total 1996	43,7	25,8			
% para Empresas	0%	100%			
Total 1997	513,0		643,0	55,8	32,7
% para Empresas	0%		0%	100%	0%
Total 1998		49,2	371,0	273,0	
% para Empresas		100%	0%	0%	
Total 1999			227,0	150,0	
% para Empresas			0%	0%	
Total 2000		62,2	109,0	443,0	
% para Empresas		100%	26%	0%	
Total 2001		436,0	628,0	316,6	65,9
% para Empresas		21%	5%	26%	100%
TOTAL FONDOS	888,4	791,8	2.153	1.262	145

La mayor cantidad de fondos se concentra en los sectores agrícola, acuícola y forestal. En total se han entregado entre 3.000 y 4.000 millones de pesos en cada uno de estos sectores durante los últimos 11 años. Entre los años 1999 y 2001, se asignaron \$ 6.360.000.000 para la investigación en sectores tradicionales de la economía chilena, donde principalmente se transfieren las



tecnologías desarrolladas en centros de investigación para ser aplicadas en grandes empresas del área.

Por otro lado, en el mismo período 1999-2001, los sectores en los que las empresas de biotecnología han desarrollado productos innovadores, que son susceptibles de ser introducidos en el mercado, recibieron cerca de \$ 2.500.000.000 para la investigación.

Según nuestro análisis de la base de datos de FIA, la estructura de financiamiento favorece en gran medida las iniciativas destinadas a la transferencia tecnológica y no necesariamente al desarrollo de nuevos productos, donde participan activamente las empresas biotecnológicas.

Grado de desarrollo de la industria de biotecnología chilena

La industria biotecnológica aún se encuentra débilmente desarrollada en Chile. Los indicadores de desarrollo, como el volumen de venta, número de empleados, número de empresas, etc. están por debajo de algunos de nuestros vecinos en la región y de otros países de similar situación en el resto del mundo.

No ha existido una evolución significativa de la estructura de la industria biotecnológica chilena en los últimos dos años, lo que se refleja en el hecho de que el número de empresas de tipo I se ha mantenido relativamente constante. Todavía falta establecer una masa crítica de empresas innovadoras en este sector, que puedan desarrollar mercados en Chile y, además, generar nueva demanda para productos biotecnológicos.



Las ventas anuales de las empresas biotecnológicas están en niveles muy bajos y también se han mantenido estancadas. La búsqueda de mercados externos es una buena vía para superar esta limitación. El mercado chileno aún requiere un arduo trabajo de mejora en la percepción de la biotecnología y las empresas requieren un flujo rápido de capitales, por lo que es conveniente explorar otros mercados más desarrollados.

Los productos y servicios principales de las empresas biotecnológicas se encuentran en áreas de aplicación diagnóstico, producción de enzimas y químicos finos y control biológico de plagas (biopesticidas, bioestimuladores, biofertilizantes).

Algunas señales positivas son el aumento en las exportaciones y en el número de empleados de las empresas de biotecnología. También la aparición de nuevas empresas formados por investigadores universitarios da cuenta de un aumento de la capacidad emprendedora entre la comunidad científica en Chile.

Otro punto positivo es el aumento del fomento estatal a las empresas de biotecnología, a través de los fondos concursables. Esto le permite a las empresas financiar la primera fase de investigación, para posteriormente continuar con la fase de desarrollo financiada por otros medios.



Innovación Tecnológica en las Empresas



Las actividades de innovación en una empresa constituyen una de sus principales ventajas competitivas. Idealmente, una empresa que se desarrolla en un mercado tan dinámico y competitivo como el de la biotecnología, debe desarrollar permanentemente actividades de investigación y desarrollo. Estas deben apuntar ya sea al desarrollo de nuevos productos y servicios o a efectuar innovaciones en productos o servicios ya conocidos, con el objeto de implementarlos exitosamente en su mercado objetivo.

Para la caracterización de las estrategias de innovación de las empresas individuales en el contexto de la biotecnología, se consultaron cinco indicadores (la duración de la actividad de innovación, inversión en I+D, organización de I+D, fuentes de conocimiento tecnológico, capacidad de cooperación) (véase Tabla 8)

Tabla 8: Indicadores para la caracterización de las estrategias de innovación de las empresas

Indicador	Característica
duración de las actividades de innovación	a) Permanente b) no permanente
inversión en I+D	a) gastos en I+D b) personal de I+D (número y capacidades)
organización de I+D	a) estructura formal (departamento de I+D) b) estructura informal c) director de I+D d) transferencia formal de I+D e) transferencia informal de I+D
fuentes de los conocimientos tecnológicos	a) I+D propia b) joint venture c) licencia d) cooperación con universidades, etc.
capacidad de cooperación	a) cooperación de I+D con empresas b) cooperación de I+D con universidades c) uso de fuentes externas de financiación



Alrededor del 85% de las empresas declara realizar permanentemente actividades de investigación y desarrollo y un 15% efectúa sólo puntualmente este tipo de actividades. La mayor parte de las empresas que no realizan permanentemente actividades de I+D son aquellas con una capacidad de investigación limitada. Estas dedican todos sus esfuerzos para identificar oportunidades de negocio y generar soluciones biotecnológicas para ellas (período de I+D permanente) y posteriormente se concentran en consolidar el producto o servicio generado en el mercado, principalmente en aspectos comerciales. Este punto se relaciona también con las actividades de investigación que generalmente, como se verá más adelante, son organizadas informalmente al interior de la empresa, dispersando los esfuerzos y estableciendo una multiplicidad de funciones de los empleados. Esto dificulta en gran forma la focalización permanente en el desarrollo de nuevos productos.

Inversión de las empresas en I+D

El tema del volumen de inversión en I+D corresponde a uno de los items estratégicos de las empresas, por lo que suponíamos que los encuestados iban a ser un poco reacios a contestar preguntas relacionadas. Sin embargo, más de un 75% de las empresas entregó datos al respecto.

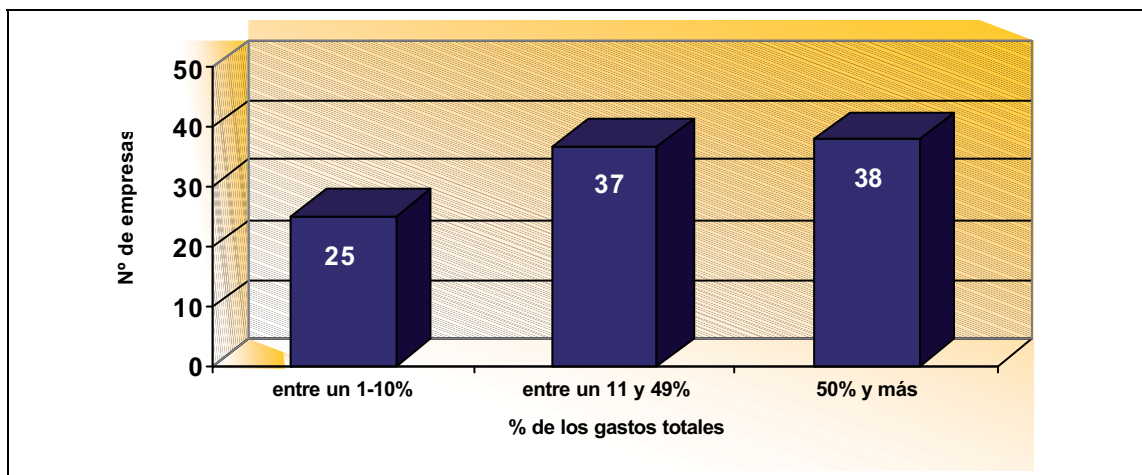
Según este estudio, las empresas de biotecnología gastan, en promedio, un tercio del presupuesto total de gastos en investigación y desarrollo. No obstante, existe un amplio rango. Por ejemplo, de las empresas que entregaron datos, un 25% gasta un 10% o menos de su presupuesto en I+D. En este grupo se encuentran empresas consolidadas, que desarrollan actividades de I+D y empresas pequeñas, que han optado por empezar con la venta de servicios para



generar un flujo suficiente que les permita establecerse y posteriormente, iniciar la etapa de inversión en I+D.

Por otro lado, un 38% de las empresas invierte más de un 50% del total de sus gastos en investigación y desarrollo. Estas son principalmente empresas pequeñas de alta tecnología, que fueron formados por investigadores de las universidades y que usan principalmente recursos financieros del estado para la financiación de sus actividades en I+D. La Figura 4 muestra estos resultados.

Figura 4: Inversión de las empresas en investigación y desarrollo



Una observación interesante es la duplicación (de 85 a 178) del personal directamente relacionado con las áreas de I+D en las empresas biotecnológicas entre 1999 y 2002. En esta investigación, se encontró que aproximadamente un 40 % del personal total de las empresas trabaja en áreas de I+D. Esto puede deberse a que las empresas tienen mayor acceso a personal altamente calificado, quienes pueden trabajar en las áreas de investigación y desarrollo. Además, las empresas están dedicando más esfuerzos a la investigación y desarrollo lo que, obviamente, implica un mayor empleo de personal en estas áreas. Por otro lado,



algunas empresas no presentan una estructura definida para las actividades de I+D, lo que lleva a que los empleados deban realizar tanto tareas administrativas como de investigación.

Organización de las actividades de I+D al interior de las empresas

Las empresas biotecnológicas en Chile muestran en general una orientación hacia la estructuración de las actividades relacionadas con la investigación y desarrollo. La complejidad de la organización depende principalmente de la disponibilidad de recursos humanos. Las empresas que cuentan con un departamento propio de I+D (28%) tienen normalmente un personal total de más de 20 personas. Por otro lado, aquellas que han creado una gerencia de I+D (19%), tienen en promedio una cantidad similar de personal trabajando a tiempo completo en sus instalaciones. La diferencia entre un departamento y una gerencia de investigación y desarrollo radica principalmente en el grado de influencia que tendrá sobre otros departamentos de la empresa que juegan un papel preponderante en el proceso de innovación, tales como el de marketing, recursos humanos, finanzas, producción, etc. La jerarquía de gerencia (más que la de departamento) otorga la capacidad operacional y administrativa de coordinar los recursos necesarios para llevar a cabo los proyectos de I+D, incluso si éstos son interdepartamentales.

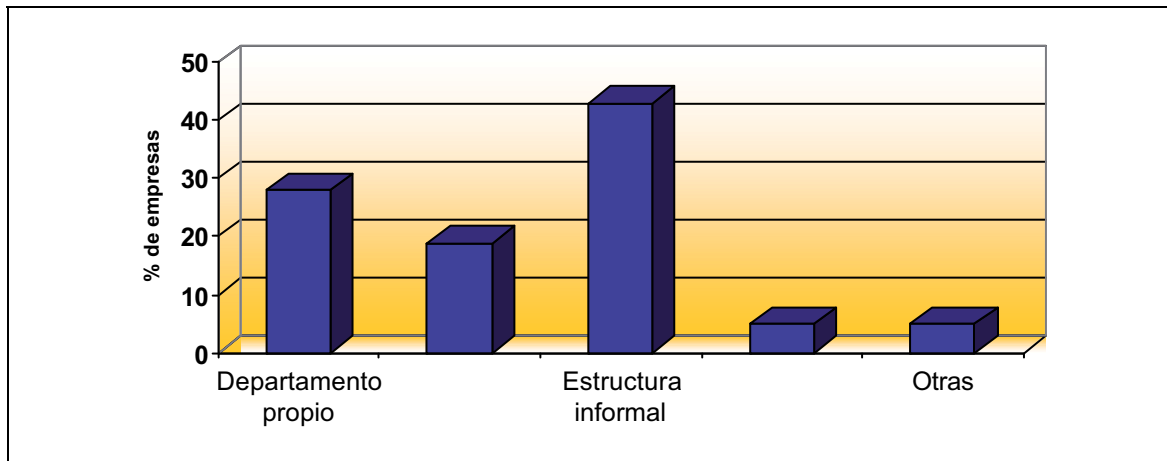
La alternativa más comúnmente usada por las empresas biotecnológicas es la de una estructura informal de I+D, o sea, si bien se realizan estas actividades al interior de la empresa, éstas no están organizadas ni cuentan con personal absolutamente dedicado. El 43% de las empresas hacen uso de esta alternativa, las que cuentan, en promedio con 9 empleados (personal total), cifra



significativamente diferente al de empresas que cuentan con una estructura “formal” de I+D.

Una de las empresas externaliza sus actividades de investigación y desarrollo, a través de la transferencia de tecnologías. Ésta proviene principalmente de proyectos realizados con universidades o institutos tecnológicos. La Figura 5 resume los resultados antes expuestos.

Figura 5: Organización de las actividades de I+D



Fuentes de Tecnología en empresas biotecnológicas

El mercado biotecnológico mundial requiere soluciones tecnológicas rápidas y eficientes. Las empresas chilenas deben responder a esta necesidad, aunque no cuenten con los recursos que por ejemplo pueden tener sus competidores en Europa o Estados Unidos. El acceso a la tecnología y el *timing* con la que ésta se



lleve al mercado son puntos clave para el aprovechamiento de una oportunidad de negocio. Las empresas chilenas cuentan con el capital humano que puede desarrollar la tecnología, en una pequeña escala, pero se requieren de otras fortalezas para llevar exitosamente productos o servicios al mercado.

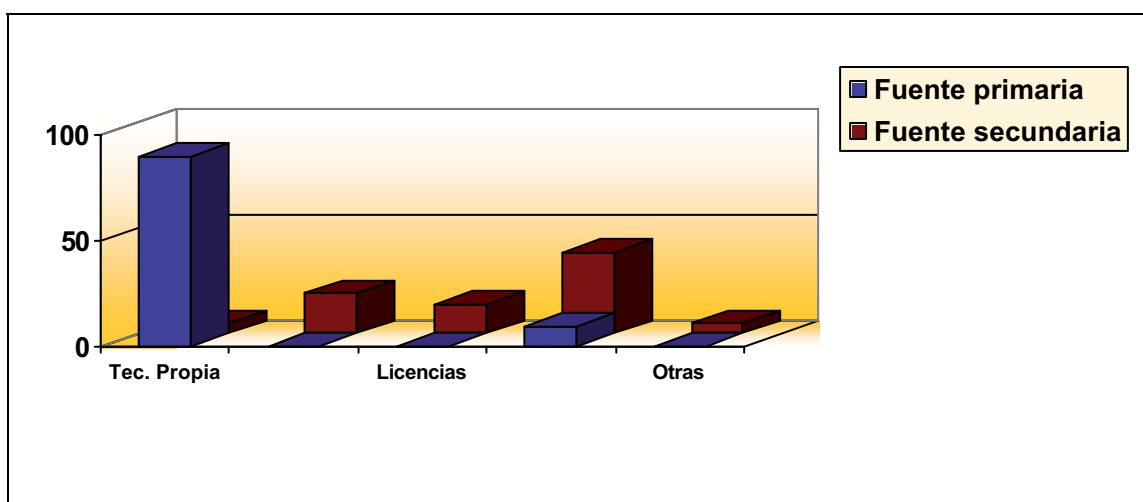
La principal fuente de tecnología en empresas biotecnológicas chilenas es el desarrollo propio (alrededor de un 90% de las empresas utiliza sus propios medios tecnológicos en proyectos de investigación y desarrollo). El 10% restante obtiene la tecnología producto de proyectos de cooperación con Universidades o Institutos Tecnológicos. Este dato es muy interesante, ya que muestra un comportamiento totalmente inverso a lo que sucede con el gasto en I+D a nivel nacional. A modo de ejemplo, en el año 2001 las empresas aportaron con el 14.3% del gasto nacional en investigación y desarrollo, mientras que las universidades, en conjunto con el gobierno aportaron el 84.2% restante¹⁰.

La cooperación es otra alternativa que tienen las empresas en desarrollo para tener accesos a tecnologías de punta. Una de las opciones más exploradas son los joint ventures. La estrategia de joint venture es utilizada principalmente para conseguir inserción en mercados internacionales, por lo que representa una alternativa interesante para las empresas biotecnológicas chilenas en cualquier etapa de desarrollo, sobretodo cuando esta asociación se realiza con empresas que tienen un nivel tecnológico muy alto. La principal ventaja es el acceso a tecnologías que acelerarán la entrada de los productos en el mercado. En cuanto a las fuentes secundarias de tecnología, sólo 4 empresas (lo que corresponde al 19%) han explorado la alternativa de joint ventures, lo que implica una difusa orientación de las empresas de biotecnología a hacia la oferta internacional. Por otro lado, cerca de un 14% de las empresas han preferido la compra de licencias de tecnologías.



La Figura 6 resume las alternativas consideradas por las empresas chilenas al momento de conseguir la tecnología necesaria para el desarrollo de los proyectos de investigación y desarrollo

Figura 6: Fuentes principales y secundarias de tecnología en las empresas de biotecnología



Cooperación de las empresas en investigación y desarrollo

El 57% de las empresas biotecnológicas chilenas ha cooperado en el tema de investigación con otras empresas del rubro (chilenas y extranjeras). La cooperación se realiza en el ámbito comercial, tecnológico, capacitación, investigación y desarrollo conjunto de proyectos. Al preguntar sobre los principales motivos que llevaron a establecer estas alianzas de cooperación, un 75% de las

¹⁰ Fuente: Indicadores Científicos y Tecnológicos año 2001, CONICYT



empresas respondió que el motivo fundamental de la asociación fue la comercialización de productos. El 25% restante manifestó que la razón de la cooperación fue la realización de proyectos innovadores de investigación y desarrollo. Entre los motivos secundarios se mencionó el uso de laboratorios o equipos para la investigación y la capacitación de empleados.

En cuanto a la cooperación con universidades e institutos de investigación, dos tercios de las empresas han participado en alianzas con este tipo de organizaciones, principalmente en el tema de investigación y compra de servicios (en investigación, uso de equipos, etc.). Los principales motivos para establecer una relación es la realización de proyectos de I+D para desarrollar nuevos productos o para mejorar procesos productivos (86% de las empresas).

En el tema de cooperación con universidades, se nota una pequeña disminución con respecto al estudio sobre la industria biotecnológica realizada en el año 1999. En ese año, un 80% de las empresas declaraba realizar cooperación con este tipo de centros de investigación, mientras que en el año 2002, sólo un 66% de las empresas cuentan con este tipo de actividades de cooperación. La capacitación de empleados de las empresas por parte de las universidades también ha disminuido de un 40% en el año 1999 hasta un 7% en el año 2002.

Principales dificultades en la realización de Proyectos de I+D

Según la percepción de las empresas encuestadas, la principal dificultad al momento de desarrollar proyectos de I+D es la falta de capital (aproximadamente, la mitad de las empresas considera éste como el principal obstáculo). En el



estudio realizado en 1999, el 90% de las empresas investigadas mencionó como el principal problema la falta de recursos financieros para proyectos de investigación y desarrollo.

Uno de los resultados que llama la atención es que sólo un 28% de las empresas consideró, como principal dificultad, la falta de profesionales especializados en el tema. Esto difiere significativamente de la percepción de las empresas en 1999, cuando alrededor de un 40 % de las empresas participantes tuvieron problemas en encontrar profesionales calificados.

Los problemas de cooperación en la investigación con universidades e institutos no parecen ser un gran impedimento para realizar proyectos de I+D en la actualidad. Pese a la reciente historia de la industria biotecnológica nacional, la cooperación entre las empresas y los centros académicos de investigación es una alternativa bastante explorada, por lo que ha estado sujeta a un permanente perfeccionamiento en aspectos operativos.

La falta de información tampoco parece ser una dificultad mayor para realizar proyectos de alta tecnología. Esto se puede considerar como una evaluación positiva al sistema de difusión de los distintos recursos asociados a los programas de innovación tecnológica que ha llevado a cabo Chile. La base existente y su fortalecimiento servirán para la transferencia de capacidades específicas que la industria deba incorporar.



Análisis de las estrategias de innovación

A pesar de la heterogeneidad de la muestra (empresa de diversos tamaños) se da una organización de las empresas examinadas en tres grupos con diversas estrategias de innovación con ayuda de los indicadores (véase Tabla 7). Como es de esperar, en el análisis existe una correlación entre los indicadores individuales observados. Las empresas más innovadoras tienen generalmente gastos relativamente altos de I+D ($> 10\%$ de las ventas) y especialistas altamente calificados (Ph.D.). Además, cuentan con una estructura formal en la que se incluyen las actividades de I+D. Estas empresas buscan la cooperación con los portadores externos de información y de conocimiento técnico (universidades) y el uso de fuentes de financiación externa para cubrir gastos en I+D. En cambio, las empresas menos innovadoras se concentran en actividades temporales de transferencia informal de conocimientos tecnológicos para la imitación rápida de métodos y productos.



Tabla 7: Estrategias de innovación de las empresas

Indicador	grupo I	grupo II	grupo III
Duración de las actividades de innovación	permanente	permanente o no permanente	no permanente
inversiones en I+D gastos en I+D personal de I+D	> 10 % de las ventas > 5 % de los empleados	> 1 % de las ventas existente	muy poco temporalmente existente
organización de I+D	estructura formal	estructura formal o informal	estructura informal
fuentes de los conocimientos tecnológicos	I+D propia cooperaciones	I+D propia cooperaciones	cooperaciones
capacidad de cooperación	formal cooperaciones con universidades uso de fuentes externas de financiación	formal/informal cooperaciones con universidades uso parcial de fuentes externas de financiación	informal cooperaciones con universidades casi no uso de fuentes externas de financiamiento
% de todas las empresas examinadas			
1999	24 %	45 %	31 %
2001	33 %	33 %	33 %

Un tercio de las empresas examinadas (grupo I) utiliza la estrategia de innovación avanzada, cuyo objetivo es la mejora permanente o el desarrollo de productos y procedimientos en el área de la biotecnología. Estos productos o procedimientos ocupan nichos en el mercado nacional e internacional. Debido a la complejidad de las tecnologías aplicadas, existe solamente un número pequeño de competidores con actividades en estos nichos de mercado disponibles en Chile y América Latina. Interesante resulta el hecho que nuevas empresas formadas por investigadores universitarios (Vitrogen, TAAG Genetics y otras) entraron en este grupo en los últimos tres años. Ahora el grupo más innovador de las empresas



biotecnológicas en Chile contiene las siguientes empresas: Bios Chile, Biosonda, Diagnostec, Bioforest, UDT Concepción, Vitrogen y TAAG Genetics.

Las empresas biotecnológicas del grupo II realizan algún tipo de desarrollo parcial de productos basándose en actividades propias de I+D. La mayor parte de las empresas está interesada en una transferencia rápida de tecnologías externas. Las actividades de I+D se concentran entonces en la adaptación de las tecnologías transferidas a las condiciones locales. Las cooperaciones con universidades chilenas y extranjeras desempeñan de tal modo un papel importante.

Un análisis en la referencia a las patentes internacionales de empresas chilenas indica que en los últimos años solamente tres patentes se colocaron en las autoridades americanas y europeas en el área de la biotecnología. Éstas están en la propiedad de empresas del grupo I y II¹¹.

Las empresas del grupo III se ocupan principalmente de las tecnologías de nivel bajo, cuya transferencia y adaptación no requiere grandes inversiones en I+D.

¹¹ Según algunas personas encuestadas en este estudio, existen problemas en la protección de la propiedad intelectual en Chile. Las penas que contempla nuestro código tributario para delitos relacionados con la propiedad intelectual son bajas y el trámite es excesivamente burocrático. Esto lleva a que las empresas tengan una percepción de desprotección de sus innovaciones, a que se desincentive la generación de conocimiento en Chile e incluso a dejar el mercado chileno. 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 ó 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. A modo de ejemplo, una patente de un producto chileno solicitada en Estados Unidos puede demorar unos 3 años, mientras que en Chile, este período se duplica.

A person wearing a white lab coat and glasses is examining a plant specimen in a laboratory setting. The background shows a window with a view of a landscape. The text is overlaid on the image.

Aplicación de la Biotecnología en la Industria Tradicional Chilena



Aplicaciones biotecnológicas en el sector minero

La principal aplicación de la biotecnología en el sector minero chileno es la biolixiviación. En el caso del cobre, este proceso ha tenido una gran aceptación a lo largo de sus años de utilización, principalmente debido a su eficiencia, relativa facilidad de aplicación y al favorable retorno económico que lleva asociado cuando se combina con otras tecnologías utilizadas durante los procesos extractivos, como la extracción por solventes y la electroobtención.

En agosto del año 2000, Codelco firmó un acuerdo con Alliance Copper Limited, para dar forma a un proyecto conjunto de biotecnología entre Codelco y Billiton. Este acuerdo implica la instalación de una planta prototipo comercial de biolixiviación para procesar concentrados. La inversión para la construcción y entrada en funcionamiento de este prototipo es de US\$ 20 millones. Además, se espera que en los próximos 6 años Alliance Copper Limited realice inversiones por alrededor de US\$ 200 millones, con el fin de aumentar la producción de la planta a un total anual de 150 mil toneladas.

Otra iniciativa biotecnológica en el sector minero es la creación de Biosigma, un consorcio formado por CODELCO and Nippon Mining & Metals Co., Ltd., con un capital inicial de US\$ 3 millones. Esta compañía pretende desarrollar nuevas aplicaciones biotecnológicas para la minería basadas en la identificación, caracterización e investigación de microorganismos que participan en los procesos mineros, a través de técnicas de biología molecular, ingeniería genética y bioinformática. Además, Biosigma maneja un fondo de US\$ 2 millones, proveniente de la iniciativa "Genoma Chile". Este fondo tiene por objetivo incorporar técnicas de biotecnología moderna en el sector minero.



La aplicación de la biotecnología en las empresas se realiza casi exclusivamente a través de la transferencia desde las universidades y centros de investigación, como el CIMM (Centro de Investigaciones Mineras y Metalúrgicas). El financiamiento para estos proyectos proviene principalmente de los fondos que administra el consorcio Biosigma y la iniciativa Genoma Chile en el área de biominería.

Aplicaciones biotecnológicas en el sector forestal

Este sector contribuye con casi un 12% de las exportaciones de Chile y presenta grandes proyecciones relacionadas con el desarrollo de productos con un alto valor agregado.

En el área forestal la investigación biotecnológica tiene dos corrientes principales. Las empresas forestales focalizan sus esfuerzos en el estudio de la micropropagación de pino, eucalipto y especies nativas y en el control biológico de plagas. Por otro lado, la industria de la celulosa se interesa particularmente en el biopulpaje.

En esta área, la investigación y desarrollo de aplicaciones biotecnológicas se realiza de dos formas: a través de las universidades e institutos y por medios de empresas subsidiarias. Ambas formas responden al patrón de transferencia de tecnología, apuntando principalmente a la mejora de los procesos para la obtención de los productos tradicionales de las empresas involucradas y no al desarrollo de nuevos productos que puedan ser colocados en el mercado.

Las universidades e institutos obtienen buena parte de los fondos totales para investigación en el país. El sector forestal es la segunda después del agrícola en cuanto a la asignación estatal de fondos.



Por otro lado, las grandes empresas forestales han formado empresas subsidiarias (como es el caso de Forestal Arauco con Bioforest) que se encargan de principalmente adaptar aplicaciones biotecnológicas en los procesos productivos. Estas aplicaciones no quedan a disposición del mercado por lo que funciona de igual forma que la transferencia de tecnología.

La Fundación Chile ha iniciado algunos proyectos en el sector forestal, como es el caso de Biogenetics. Esta es una empresa formada a partir de un joint venture entre la empresa estadounidense Interlink y la propia Fundación, con el apoyo del FDI Corfo. A partir de ella se generan dos grandes unidades: una de las cuales, Genfor, se dedica a la incorporación de biotecnología en el área forestal. La investigación se realiza principalmente en el tema la transgénesis de pino radiata. Biogenetics desarrolla una fuerte investigación en el tema de transgénesis de pino

Tal como se ha visto, un gran porcentaje de las iniciativas biotecnológicas funcionan como unidades de investigación de las grandes empresas forestales, que posteriormente transfieren la tecnología. Por otro lado, la estrategia de joint venture que ha seguido la Fundación Chile en el área forestal ha permitido el desarrollo de otras empresas de biotecnología.

Aplicaciones biotecnológicas en el sector agrícola

El sector agrícola ofrece una gran cantidad de oportunidades de innovación, sobretodo en el tema de la biotecnología. Es un sector dinámico, que cuenta con un gran apoyo financiero por parte del Estado. Por esto, se ha estimado necesario incrementar la competitividad del sector con políticas orientadas a la diversificación de la producción, a la mejora en la calidad y a agregar valor a los productos primarios. En este contexto, la biotecnología juega un rol fundamental para el cumplimiento de estos objetivos.



Proporcionalmente, el sector agrícola acapara la mayor cantidad de los fondos que se destina para la investigación en el país, los que se canalizan principalmente a través de las universidades e institutos. Estas entidades son las encargadas de realizar la mayor parte de la investigación biotecnológica en el tema agrícola

La incorporación de la biotecnología en los procesos productivos de las empresas agrícolas se realiza principalmente a través de transferencia de tecnologías originadas en centros de investigación. La forma más común es la ejecución proyectos con empresas del área, con el compromiso de que una vez finalizado, los conocimientos adquiridos sean incorporados en la empresa.

Las empresas de biotecnología no juegan un papel importante en el desarrollo de aplicaciones biotecnológicas en este sector, ya que como se comentó, la investigación se realiza mayoritariamente en el sector académico. A modo de ejemplo, en el año 2001 se destinaron \$1.015 millones de pesos los cuales en su totalidad fueron destinados a la investigación en universidades e institutos.

Aplicaciones biotecnológicas en el sector acuícola

Las principales aplicaciones en el sector acuícola se relacionan con la industria cultivadora del salmón. Las universidades e institutos como el IFOP son los encargados de llevar a cabo los proyectos de investigación, en estrecha asociación con las empresas salmoneras.

La investigación se realiza principalmente en temas como la inducción de la maduración, control del sexo, crecimiento, genética molecular y diagnóstico de enfermedades.



En este sector participan algunas empresas de biotecnología, principalmente a través de la prestación de servicio de diagnósticos de enfermedades, pero los fondos que reciben las empresas son bajos comparados con los que reciben las universidades e institutos que funcionan con la transferencia de tecnología a las empresas salmoneras. En el año 2001, sólo el 12% de un total de \$1.179 millones de pesos (unos 140 millones) fueron destinados para investigaciones biotecnológicas en las empresas

En conclusión, las empresas de biotecnología tienen poca importancia en el desarrollo de aplicaciones biotecnológicas en los sectores tradicionales de la economía chilena (minero, forestal, agrícola y acuícola). Estas aplicaciones se desarrollan principalmente bajo la forma de transferencia de tecnología desde las universidades e institutos estatales hacia las principales empresas de cada sector.

Los fondos de investigación se concentran fuertemente en estos sectores tradicionales y se los adjudican las entidades mencionadas anteriormente, ya que son éstas las que realizan la investigación. Esta situación impide que las empresas de biotecnología puedan servir como prestadores de servicios de investigación y desarrollo de aplicaciones biotecnológicas para las grandes corporaciones.

Existe una evidente desigualdad en la asignación de fondos para la investigación. Los sectores tradicionales, que basan su desarrollo biotecnológico en la transferencia de tecnología, reciben la mayor cantidad de éstos, mientras que las áreas en que las empresas de biotecnología se desarrollan fuertemente (como diagnóstico o la producción de químicos finos) no reciben una asignación equivalente. Esto puede parecer un poco contradictorio si se piensa establecer una industria biotecnológica sólida, ya que las empresas de biotecnología, que constituyen la base de ésta deben recibir un incentivo económico suficiente que



les permita desarrollar productos innovadores. Los sectores que actualmente son responsables del desarrollo de nuevos productos biotecnológicos son los que menos fondos para investigación tienen asignados.



**Fortalezas y Debilidades
de la
Industria Biotecnológica
Chilena**



Uno de los puntos principales para iniciar un sólido desarrollo de la industria biotecnológica en Chile, es efectuar un diagnóstico de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de Chile frente a los potenciales competidores. Chile es un país en vías de desarrollo, por lo que el enfoque de desarrollo debe ser en áreas en que existan comprobadas fortalezas e interesantes oportunidades.

Fortalezas

- Gran disponibilidad de recursos naturales para la elaboración de productos con un alto valor agregado
- Buena base científica para la investigación en universidades y institutos de investigación y vinculación estrecha con centros internacionales de excelencia
- Nuevas generaciones de investigadores-empresarios, que visualizan la biotecnología con un fin más comercial. Estos profesionales son el insumo principal para la generación de una masa crítica de empresas de biotecnología
- Voluntad del gobierno en la toma de decisiones respecto al tema de la biotecnología, reconociendo así la ventaja que su uso puede significar para Chile
- La estabilidad política, económica y social de Chile, las alianzas internacionales y las políticas de fomento para el desarrollo tecnológico en general generan un ambiente propicio para la coacción de capitales extranjeros en el área de la biotecnología
-



Oportunidades

- La biotecnología da la posibilidad de explotar rentable y sustentablemente recursos naturales renovables, transformándolos en productos de alto valor agregado
- La utilización de la biotecnología en procesos productivos le abre a Chile una puerta a un mercado de billones de dólares anuales y con perspectivas espectaculares de crecimiento
- Los acuerdos internacionales de cooperación científica y tecnológica, como el que recientemente se ha firmado con la Comunidad Europea, colocan a Chile en una posición ventajosa para el acceso a nuevas tecnologías, capacitación de profesionales, desarrollo de proyectos en conjunto, etc.

Debilidades

- ✘ Falta una masa crítica de empresas innovadoras en la biotecnología
- ✘ La transferencia de resultados de I+D de las universidades a la industria es insuficiente por causa de la baja capacidad emprendedora en las universidades y la demanda limitada a soluciones tecnológicas nacionales en las empresas medianas y grandes en Chile
- ✘ El mercado chileno por sí sólo no puede sostener una amplia oferta de biotecnología, por lo que es necesario desarrollar mercados internacionales, en



temas comerciales, de regulaciones, de propiedad intelectual, etc., para las empresas biotecnológicas chilenas

- ✘ Existen muy pocas inversiones extranjeras en la industria de biotecnología en Chile
- ✘ Los empresarios y universidades patentan sus productos en Chile, pero, en general, los mercados mas atractivos están en el ámbito internacional
- ✘ El fomento del Estado en el tema de la biotecnología es limitado

Amenazas

- 📖 Varios países en desarrollo (Brasil, Sudáfrica, China y otras) han apostado fuertemente por la biotecnología como herramienta de desarrollo, lo que nos puede afectar competitivamente
- 📖 Muchas de las ventajas naturales que Chile posee actualmente (clima, contra-estación, fitosanidad, etc.) pueden a mediano plazo ser eliminadas por los países desarrollados mediante el uso de la biotecnología
- 📖 La “fuga de cerebros” deja a Chile en una posición bastante inconfortable: Un país en vías de desarrollo suministra profesionales altamente calificados (en los que se han invertido fuertes sumas) a países desarrollados



- Los consumidores principales de los productos chilenos (fruta, vino, salmón) están en mercados internacionales y algunos de éstos no están dispuestos de comprar productos genéticamente modificados.

Conclusiones de la análisis FODA

	Oportunidades	Amenazas
Fortalezas	<p>La biotecnología da la posibilidad de explotar en forma rentable los recursos naturales, transformándolos en productos de alto valor agregado</p> <p>La estabilidad del país y las políticas de fomento generan un ambiente propicio para la coacción de inversiones extranjeras en el área de la biotecnología</p> <p>⇒</p> <p>La facilitación de la atracción de inversiones extranjeras es fundamental para el desarrollo de la biotecnología en Chile</p>	<p>Aumento de la competitividad en mercados nacionales y internacionales</p> <p>Gran disponibilidad de recursos naturales para la elaboración de productos con un alto valor</p> <p>Buena base científica para la investigación</p> <p>⇒</p> <p>Orientación a nichos en el mercado internacional de la biotecnología (productos y servicios de diagnóstico, químicos finos, biopesticidas)</p>
Debilidades	<p>Acuerdos internacionales de cooperación científica y tecnológica con la Comunidad Europea y otros estados</p> <p>Mercado chileno por si solo no puedo sostener una amplia oferta de biotecnología</p> <p>⇒</p> <p>Estrategia de formación de alianzas internacionales en el sector empresarial y académico</p>	<p>Problemas en la percepción pública de productos genéticamente modificados en el mercado internacional</p> <p>Recursos del estado para el fomento de la biotecnología son limitados.</p> <p>⇒</p> <p>Estrategia de concentración en el fomento de la biotecnología a nivel nacional en áreas donde existen ventajas comparativas (sector forestal, minería diagnóstico y alimentos funcionales para la acuicultura, químicos finos)</p>



Recomendaciones





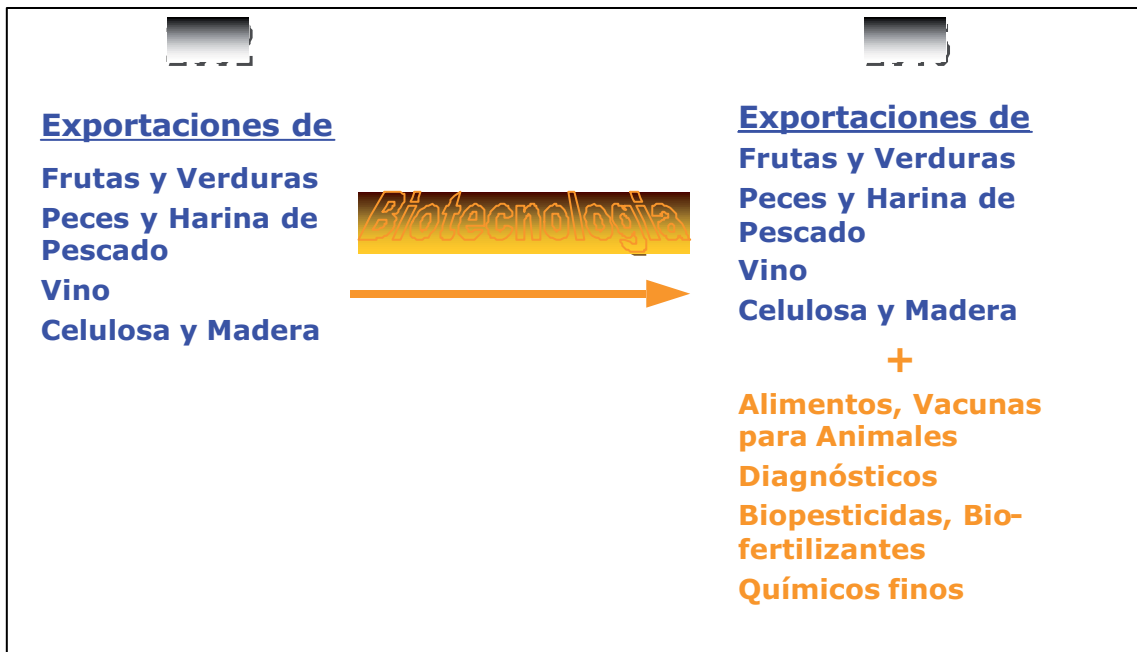
Chile es uno de los pocos países que tiene altos niveles de exportación de materias primas y productos crudos, lo que le ha permitido aumentar en gran forma su Producto Interno Bruto, con tasas de crecimiento de aproximadamente un 6% en los últimos 10 años. Incluso en el difícil periodo que vive nuestra región, Chile ha seguido creciendo, aunque a tasas menores. El país ha seguido un patrón simple de desarrollo, caracterizado por la inversión extranjera en diversas ramas y por una transferencia permanente de tecnología, lo que resulta en productos de bajo valor agregado. Chile es el productor más grande de cobre a nivel mundial y las exportaciones de este metal constituyen alrededor de un 40% de los ingresos. Chile también pertenece al grupo de los exportadores más importantes de productos forestales, como madera y celulosa así como también salmón y frutas. Juntos, estas materias primas y productos con un bajo nivel de procesamiento representan casi el 70 % de las exportaciones de todo el país. Chile depende fuertemente de los precios de mercado para estos productos, lo que se puso claramente en evidencia en el año 1999, cuando el precio de cobre se cayó por debajo de los 75 centavos de libra y el país experimentó un declive en su PIB de un 1% comparado con el año anterior, situación que no sucedía desde hace 15 años.

En el corto plazo, la explotación de recursos naturales seguramente garantizará una buena situación macroeconómica para Chile. Sin embargo, a largo plazo, esta situación no permitirá sustentar el crecimiento económico económica del país. Al respecto, muchos economistas sostienen que es imperativo para los países focalizarse en incrementar el volumen de exportaciones de productos con un alto valor agregado, diversificando así su producción industrial

En este contexto, Chile debe definir el rol que jugará la biotecnología en el desarrollo global de la economía. En las discusiones sobre el desarrollo de la biotecnología en Chile existe acuerdo sobre el hecho de que la biotecnología es una herramienta importante para el mejoramiento de la competitividad de las



empresas exportadoras en Chile. Así, la biotecnología permite la introducción de nuevas tecnologías en las cadenas de producción de estas empresas que aseguran una mayor competitividad en los mercados internacionales. Pero la biotecnología no es sólo una herramienta que permite una explotación más eficiente de los recursos naturales para la exportación de materias primas y productos poco elaborados, sino es también es una de las tecnologías claves para el desarrollo de productos con un alto valor agregado (véase gráfica).



Para Chile la decisión estratégica sobre el rol de la biotecnología debe concentrarse en definir si el país quiere aplicar la biotecnología sólo para el mejoramiento de la competitividad de las industrias tradicionales o pretende también desarrollar y comercializar nuevos productos y servicios biotecnológicos con un alto valor agregado en el mercado internacional.



Una de las más importantes instituciones biotecnológicas en Chile, la Fundación Ciencia para la Vida, subraya que, al menos en una primera etapa, el desarrollo biotecnológico del país debe estar mayoritariamente asociado a las principales industrias de sectores productivos exportadores y, en mucho menor grado, a empresas de biotecnología, al estilo de lo ocurrido en los Estados Unidos. Por esto, se recomienda una estrategia que se basa en la creación de polos o Consorcios de Desarrollo Biotecnológico. En un comienzo se propone la creación de al menos seis consorcios, por ejemplo, para las áreas acuícola, frutícola, forestal, minera, avícola y pecuaria. Cada uno de ellos estaría bajo la conducción de un gestor del Ministerio de Economía y sería una entidad integrada por una o más industrias del área productiva respectiva, por uno o más grupos de investigación y desarrollo (cuya participación es decidida por concurso) y por uno o más especialistas en propiedad intelectual, regulaciones, transferencia tecnológica y capacidad empresarial de acuerdo a las necesidades y estado de desarrollo del área específica. Cada Consorcio tiene la responsabilidad de desarrollar y proteger intelectualmente las nuevas tecnologías obtenidas. Además, deben captar y transferir tecnologías de otros cuando sea necesario. También se deben incorporar estas tecnologías a los procesos productivos de las industrias participantes, comercializar y transferir a otros aquellas tecnologías que decida no usar o compartir y captar nuevos fondos para mantener o expandir sus actividades de investigación y desarrollo. Cada Consorcio estaría financiado por una inversión inicial de CORFO y de las industrias participantes.

Con estos comentarios, los autores de este estudio no pretenden criticar esta estrategia del desarrollo para la biotecnología en Chile, sino que se quiere dejar en claro la poca participación que se le otorga a las pequeñas y medianas empresas biotecnológicas. Las empresas biotecnológicas pueden jugar un papel fundamental en el modelo de desarrollo propuesto para la industria biotecnológica chilena, principalmente por las siguientes razones:



- Las empresas biotecnológicas pueden cumplir el mismo rol en cuanto a transferencia de tecnología. Pueden, al igual que los centros de investigación, establecer convenios de cooperación con empresas tradicionales para generar conocimientos que puedan ser aplicados en los procesos productivos
- Las empresas biotecnológicas pueden explotar comercialmente los productos y servicios derivados de la investigación y desarrollo de, tanto en el mercado nacional como en el internacional
- Las empresas biotecnológicas desarrollan y ofrecen sus productos según las exigencias del mercado. Esto les otorga una mayor flexibilidad en el desarrollo y una orientación al cliente en los diferentes proyectos de cooperación que se desarrollen con empresas tradicionales. Los centros de investigación no cuentan con esta ventaja

Sin duda, el desarrollo sólido de la industria biotecnológica en Chile debe llevarse a cabo en estrecha asociación con las principales industrias del sector productivo exportador con el objeto de realizar una transferencia eficiente de tecnologías eficientes. También es de vital importancia la comercialización de nuevos productos y servicios desarrolladas sobre la base de esta cooperación, no sólo en Chile sino que también en el contexto internacional. Aquí es donde las empresas biotecnológicas juegan un papel fundamental, y por ese motivo se presenta a continuación, una serie de recomendaciones para el desarrollo de la industria biotecnológica en Chile.



Orientación a nichos en el mercado

La biotecnología tiene áreas muy amplias de aplicación. Por eso, es casi imposible, incluso para países más desarrollados y avanzadas como Alemania, Canadá o Estados Unidos; desarrollar todas las áreas de la biotecnología a mismo nivel. Países como Chile, que cuentan con recursos limitados, deben enfocarse en el desarrollo de empresas biotecnológicas en sectores donde el país tiene evidentes ventajas competitivas.

Actualmente la mayoría de las empresas biotecnológicas en Chile se concentra en los siguientes sectores del mercado biotecnológico:

- aplicaciones de diagnóstico en animales y parcialmente humanos
- químicos finos, functional food
- biopesticidas, biostimuladores, biofertilizantes, etc. (control biológico)

A continuación, se presenta un cuadro resumen con las ventajas a nivel nacional e internacional que presentan estos sectores estratégicos.



Aplicaciones de diagnóstico en animales y parcialmente humanos	
Ventajas en Chile	Ventajas en el mercado internacional
<ul style="list-style-type: none">• know how tecnológico en las empresas y centros de investigación• mercados de aplicación relativamente grandes en el sector acuícola y pecuario• potencial de cooperación con empresas tradicionales (demanda interna)	<ul style="list-style-type: none">• muchos nichos en el mercado internacional también para pequeñas empresas• la introducción de productos en el mercado internacional es relativamente fácil (menos reglamentos)
Químicos finos, functional food	
Ventajas en Chile	Ventajas en el mercado internacional
<ul style="list-style-type: none">• gran variedad de recursos naturales disponibles• know tecnológico en las empresas y centros de investigación• potencial de cooperación con empresas tradicionales en desarrollo tecnológico	<ul style="list-style-type: none">• muchos nichos en el mercado internacional también para pequeñas empresas• potencial en cooperaciones con empresas extranjeras (Chile es proveedor de la materia prima)
Biopesticidas, biostimuladores, biofertilizantes, etc. (control biológico)	
Ventajas en Chile	Ventajas en el mercado internacional
<ul style="list-style-type: none">• gran variedad de recursos naturales disponibles a precios relativamente bajos• know tecnológico en las empresas y centros de investigación• mercado de aplicación rápida en Chile	<ul style="list-style-type: none">• mercado creciente no solo en países altamente desarrollados sino también en países de producción agrícola importante• menos regulaciones que en otras áreas de la biotecnología

Para el establecimiento de una industria biotecnológica fuerte, Chile debe apostar por el fomento de las áreas en que las empresas biotecnológicas poseen ventajas, como las que se han descrito anteriormente. La experiencia muestra que las empresas en estas áreas pueden resultar altamente exitosas, tanto en el ámbito nacional como en el internacional. Los programas de desarrollo biotecnológico deberían incluir iniciativas especiales de financiamiento para estos nichos estratégicos. Además, se debería fomentar la creación de empresas en éstos sectores, mediante la capacitación de los investigadores y el asesoramiento



en los diversos temas implicados. El modelo de incubadora de empresas puede funcionar muy bien en este caso, ya que permitiría canalizar recursos estatales hacia estos sectores estratégicos.

Fomento estatal de la industria biotecnológica

El análisis del fomento estatal en la biotecnología muestra una gran dispersión áreas dentro de la biotecnología. La mayoría de los recursos financieros fueron puesto a disposición de proyectos de I+D en aplicaciones agrícolas. Aquí la mayoría de las actividades se concentran en la transferencia tecnológica a bajo nivel. Areas de la biotecnología donde empresas chilenas tienen éxito con sus productos en mercados nacionales e internacionales como aplicaciones de diagnóstico, producción de enzimas, químicos finos y biopesticidas presentan un nivel de fomento estatal relativamente bajo.

El futuro fomento estatal en la biotecnología debería dar importancia no solo a los proyectos de transferencia tecnológica sino también a los proyectos de desarrollo de nuevos productos y servicios. Aquí, un punto importante es la potencial de estos productos o servicios biotecnológicos en el mercado internacional pese a la demanda limitada en el mercado nacional. Así los fondos de financiamiento deben considerar el mercado objetivo al que están dirigidos los potenciales productos o servicios derivados de los proyectos de investigación. Sobre todos en proyectos grandes financiados por FDI y FONDEF, la posible comercialización a mercados internacionales (por lo menos América latina) debería ser un criterio importante para la selección de proyectos.

En este estudio se analiza empresas de biotecnología con las capacidades totales para ejecutar proyectos de investigación financiado por fondos estatales.



Por ejemplo, FONDEF establece que las “instituciones elegibles” son sólo instituciones nacionales sin fines de lucro que tengan como objetivo realizar investigación y que deben tener una existencia legal de a lo menos 5 años al momento de postulación. Las empresas que poseen la capacidad de investigación suficiente para ejecutar un proyecto tienen, obviamente, fines de lucro, por lo que existe una obligación de postular junto a una universidad para cumplir con requisitos administrativos. Esto a la larga puede dificultar la interacción entre empresa y universidad ya que una relación obligada puede implicar que no se compartan los mismos objetivos en la investigación. Esto, de ninguna manera minimiza el aporte en investigación de las universidades ya que muchas empresas no poseen este potencial o no cuentan con los profesionales capacitados en temas específicos. En estos casos se justifica plenamente la postulación en conjunto con universidades o institutos, pero la decisión debe estar a cargo del postulante.

Otra limitante que se establece en los requisitos de postulación es la existencia legal de 5 años al momento de la postulación. Las actuales empresas de biotecnología son de reciente formación, lo que no siempre implica falta de capacidad. FONDEF es una excelente alternativa de financiamiento para las empresas en crecimiento, fase en la que se debe efectuar la mayor inversión en investigación, dado los montos que posibilita financiar (60% del total de proyecto con un máximo de 450 millones de pesos).

Cooperación internacional en el desarrollo de la industria biotecnológica

La desventaja de Chile es que tiene un mercado muy limitado para productos y servicios biotecnológicos. Así, en la atracción de inversiones extranjeras Chile no puede seguir la misma estrategia de países grandes (China,



Brasil, etc.) que pueden ofrecer un mercado local grande para inversiones extranjeras en áreas de alta tecnología (*marque Foz tecnología strategy*). Por esto Chile tiene que buscar otras opciones estratégicas para atraer empresas tecnológicas extranjeras a Chile.

1. En el marco de los convenios tecnológicas y científicas con la Comunidad Europea empresas chilenas pueden iniciar proyectos de I+D con empresas europeas con el fin de combinar recursos financieros estatales de Chile y fondos europeos para montar proyectos más grandes. Una ventaja comparativa de Chile en este sentido es la disponibilidad de recursos financieros estatales que empresas y también universidades chilenas pueden poner a disposición en estos proyectos de cooperación internacional.
2. En algunas áreas de biotecnología Chile puede ofrecer mercados que permiten una rápida aplicación de nuevas tecnologías en la vida real, por ejemplo en diagnóstico de bacterias y virus en animales, vacunas para peces y otra animales, modificación genética en el sector forestal, biopesticidas en el sector forestal. Estas áreas pueden ser atractivas para empresas extranjeras para analizar sus tecnologías a bajo de condiciones reales (mercado de test masivo). Aquí hay bastante potencial para empresas chilenas de formar alianzas con empresas extranjeras.
3. Chile tiene que presentarse en el extranjero más proactivo como país que tiene una buena base científica y buscar empresas extranjeras que inviertan en áreas de alta tecnología (biotecnología, tecnología de información, etc.) en el país. Se tiene que buscar caminos para presentar en forma más masiva las ventajas comparativas que tiene el país (estabilidad, fomento estatal, base científica, etc.)



Incubadoras de empresas en la biotecnología

Otro aspecto interesante de abordar 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 cuesta por lo menos US\$ 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 una incubadora de empresas de biotecnología. El formato de esta incubadora sería un poco distinto a 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 sería 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 directores de 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 lo rige. De esta forma, se constituye un ambiente muy favorable para la creación y crecimiento de empresas de biotecnología. Además incentiva la participación de investigadores jóvenes, ya sea en la dirección del proyecto o como asistentes, lo que contribuiría de forma considerable a aminorar la “fuga de cerebros” hacia el extranjero.

El financiamiento de estas incubadoras puede obtenerse con el apoyo de CORFO a través de su Línea de Financiamiento para Creación de Incubadoras de Negocios.

Capacitación en gestión de innovación

Hemos constatado que existen investigadores que actualmente trabajan en proyectos que podrían convertirse en buenos negocios biotecnológicos, pero ya sea por falta de interés, de emprendimiento, o simplemente por creer que en Chile no existe la capacidad para desarrollar estas ideas a un nivel comercial; estos proyectos no culminan su fase de escalamiento. La capacidad de gestión de innovación en Chile es baja y esto acentúa aun más la falta de aplicación de conocimientos en forma comercial.

Los procesos innovadores al interior de la empresa constituyen la base de la capacidad competitiva en el mercado. Por esto, la innovación debe ser concebida preferentemente como un proceso sistemático interno que involucre desde la orientación estratégica hasta la introducción al mercado de las innovaciones desarrolladas, con la participación activa de todos los departamentos de la empresa y coordinado por un nuevo concepto: La gerencia de innovación.



La gerencia de innovación tiene la tarea de preparar metódicamente las decisiones y la realización de los diferentes proyectos de I+D en los que se involucre la empresa. Este concepto se diferencia de la tradicional estructura de la gerencia departamental, en que las decisiones se toman con una completa orientación en el proceso innovador.

La industria biotecnológica tiene una intrínseca concepción innovadora, por lo que el concepto de gerencia de innovación es una herramienta útil, sobretodo para pequeñas y medianas empresas debido a su mayor flexibilidad organizacional. Actualmente, en Chile existen muy pocas oportunidades de capacitación en este sentido, por lo que sería muy interesante generar programas (diplomados, MBAs, etc.) que satisfagan las necesidades en este sentido. Estos programas complementarían la formación de científicos chilenos en temas de gestión, implementación, administración y comercio de la innovación, herramientas claves al momento de iniciar una empresa en sector de alta tecnología, especialmente en el de la biotecnología. Por otro lado, los empresarios que actualmente se desarrollan en el campo de la biotecnología podrían aplicar estas nuevas técnicas de gerencia. Creemos que existe una gran cantidad de público interesado en estas instancias de capacitación por lo que, junto con fomentar el desarrollo innovador en el país, puede resultar rentable para las instituciones que los administren.



REFERENCIAS

ALTMAN, A. (1999): *Plant biotechnology in the 21st century: the challenges ahead*. En: *Electronic Journal of Biotechnology*, Vol. 2, Nr. 2.

BRENNER, C. (1998): *Biotechnology Policy for Developing Country Agriculture*, Policy Brief, Nr. 14, OECD.

Fundación Chile (1999): comunicación de prensa, www.fundch.cl.

GIL, L. / IRARRAZABAL, C. (1999): *Biotecnología en Chile*.

GIL, L. / IRARRAZABAL, C. (2001): *Organismos Genéticamente Modificados: Producción Comercialización Bioseguridad y Percepción Pública*. Andros impresores

GIL, L., DORNBERGER, U., MARTÍNEZ, V. (2002) "Una visión actual de la biotecnología en Chile". Informe para la Comisión Nacional para el Desarrollo de la Biotecnología

GROßE, U. / HARTMANN, F. / Voß, R. / BRANDT, M. (1998): *Internationale Trends in der Biotechnologie*, Berlin, Verlag Dr. Köster.
ISB (2000): *Country Report Cuba*.

SOLLEIRO, J. L. / CASTAÑÓN, R. (1999): *Technological Strategies of Successful Latin American Biotechnology Firms*. En: *Electronic Journal of Biotechnology*, Vol. 2, No. 1.

ANEXOS



ANEXO N°1

Encuesta



“Caracterización de las Empresas Biotecnológicas en Chile”

CUESTIONARIO PARA EMPRESAS BIOTECNOLÓGICAS

Todos los datos serán empleados confidencialmente

Cuestionario nº

Nombre del entrevistado

Cargo en la empresa

- a) Gerente o administrador
- b) Profesional o técnico
- c) Investigador
- d) Empleado oficina
- e) Vendedor
- f) Otros (*especifique*)

SECCIÓN I: PREGUNTAS GENERALES

I.1 Nombre o razón social de la empresa:

.....

.....



I.2 Dirección de la empresa

.....
.....

I.3 Teléfono: ____ - ____ - ____ **Fax:** ____ - ____ - ____

e-mail :

website :

I.4 ¿En qué año fue fundada esta empresa? Año

I.5 ¿En qué rubro se desempeña principalmente esta empresa?
.....

I.6 ¿Cuántas personas trabajaron en esta empresa durante el año 2001?

Personas a tiempo completo

Personas a tiempo parcial

I.7 ¿Cuáles son los tres principales productos y/o servicios con los que trabaja esta empresa?

Producto / Servicio	% de ventas	1= Desarrolla y vende 2= Sólo desarrolla 3= Sólo vende



I.8 ¿Dónde comercializa esta empresa los productos mencionados anteriormente?

Por favor, en caso de existir más de un mercado, clasifíquelos de mayor a menor, asignando el n° 1 a la región dónde se comercializan principalmente los productos

Región	Producto 1	Proporción (%)	Producto 2	Proporción (%)	Producto 3	Proporción (%)
Chile						
Amér. del Sur						
Amér. del Norte						
Europa						
Asia						

I.9 ¿Cuál es el volumen de ventas (en millones de \$ para Chile o en miles de US\$ para el resto del mundo) que reportaron sus principales productos en los últimos dos años?

	Año 2001			Año 2000		
	En Chile millones \$	En el mundo Miles de US\$	Total	En Chile Millones \$	En el mundo Miles US\$	Total
Producto 1						
Producto 2						
Producto 3						

I.10 ¿Cómo ha sido la curva de ventas para los tres principales productos en los últimos 3 años (o desde su desarrollo)?

1= *Creciente*

2= *invariable*

3= *Decreciente*

<input type="text"/>	Producto 1
<input type="text"/>	Producto 2
<input type="text"/>	Producto 3



I.11 ¿Cuáles son las fuentes principales de financiamiento de esta empresa?

Por favor, en caso de existir más de una fuente, clasifíquelas de mayor a menor, asignando el nº 1 a la principal

- a) Fondos estatales concursables.....
- b) Préstamos bancarios.....
- c) Subvenciones del estado.....
- d) Capital de riesgo.....
- e) Inversiones de otras empresas.....
- f) Inversiones familiares y/o de amigos...
- g) Otras (por favor, especifique).....

I.12 ¿A qué programas de fomento ha recurrido esta empresa?

- a) FONTEC
- b) FDI
- c) FAT
- d) PROFO
- e) PREMEX
- f) Financiamiento de CORFO a través de bancos
- g) Financiamiento de capital de riesgo a través de FIDE (CORFO)
- h) ninguno

SECCIÓN II: PREGUNTAS SOBRE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

II.1 ¿Cómo se pueden clasificar las actividades de investigación y desarrollo (I+D) en esta empresa?

- 1.- Permanentes
- 2.- no permanente
- 3.- ambas

- 4.- innovaciones imitadas
- 5.- desarrollo nuevos productos
- 6.- ambas



II.2 ¿Cómo podría Ud. calificar el estado de I+D en esta empresa?

- a) muy avanzado...
- b) avanzado.....
- c) imitador.....
- d) atrasado.....

II.3 ¿Cuál fue el % de gastos en I+D con respecto al total de gastos en la empresa?

% del gasto total

II.4 ¿Qué margen de tiempo (desde el comienzo hasta al final de las actividades de I+D) se ha estipulado para los principales productos o servicios desarrollados por esta empresa?

- Hasta 1 año = 1
- Entre 1 y 3 años = 2
- Entre 3 y 5 años = 3
- Más de 5 años = 4

Producto / Servicio 1

Producto / Servicio 2

Producto / Servicio 3

II.5 ¿Cuáles son las fuentes de tecnología para los proyectos de I+D?

Por favor, en caso de existir más de una fuente, clasifíquelas de mayor a menor, asignando el n° 1 a la principal

- a) tecnología desarrollada en esta empresa.....
- b) joint ventures.....
- c) licencias.....
- d) cooperación con institutos tecnológicos y/o universidades
- e) otras (*por favor, especifique abajo*).....



II.6 ¿Cómo organiza esta empresa las actividades de I+D?

Si existe más de una forma de organización, por favor, clasifíquelas de mayor a menor importancia, asignando el n° 1 a la más importante

- a) departamento propio de I+D (estructura formal)
- b) estructura informal de I+D.....
- c) gerencia de I+D.....
- d) transferencia de tecnología.....
- e) otras (por favor, especifique abajo).....

II.7 ¿Qué % del total de empleados de esta empresa trabaja actualmente en áreas de I+D?

 %

II.8 ¿Cuáles son las principales dificultades para la realización de proyectos de I+D?

Por favor, clasifique las alternativas desde la más importante (n° 1) a la menos importante (n° 6)

- a) Falta de capital.....
- b) Falta de profesionales.....
- c) Problemas de cooperación con universidades y/o institutos
- d) Falta de equipamiento.....
- e) Falta de información.....
- f) Otras (por favor, especifique cuales).....



SECCIÓN III: COOPERACIÓN EN PROCESOS DE INNOVACIÓN BIOTECNOLÓGICA

III.1 ¿Existe algún tipo de cooperación con otras empresas?

Si

No

Si la respuesta es afirmativa, por favor responda las preguntas III.2, III.3, III.4. De lo contrario pase a la pregunta III.5

III.2 En caso de una respuesta afirmativa, ¿qué tipo de cooperación?

.....
.....

III.3 ¿Cuáles fueron los principales motivos para cooperar con otras empresas?

Por favor, en caso de existir más de una alternativa factible, clasifíquelas desde la más representativa a la menos representativa

- a) comercialización de productos.....
- b) obtener inversiones.....
- c) realización de procesos innovadores (I+D).....
- d) licenciar nuevas tecnologías.....
- e) uso de equipos en la producción (máquinas, etc.).....
- f) uso de equipos de investigación (laboratorios, etc.).....
- g) capacitación de los empleados.....
- h) Otros (*por favor, especifique cuáles*).....

III.4 ¿Cómo ha resultado la cooperación?

- Muy buena
- Buena
- Regular
- Mala



Si es regular o mala, ¿Por qué?

.....
.....

III.5 ¿Existe algún tipo de cooperación universidades y/o institutos tecnológicos?

Si

No

Si la respuesta es afirmativa, por favor responda las preguntas III.6, III.7, III.8. De lo contrario pase a la sección IV

III.6 ¿En caso de una respuesta afirmativa, ¿qué tipo de cooperación?

.....
.....

III.7 ¿Cuáles fueron los principales motivos para la cooperación con universidades y/o institutos con otras empresas?

Por favor, en caso de existir más de una alternativa factible, clasifíquelas desde la más representativa a la menos representativa

- a) realización de proyectos de I+D para desarrollar nuevos productos.....
- b) realización de proyectos de I+D para mejorar procesos productivos.....
- c) capacitación de empleados.....
- d) otros (*por favor, especifique cuáles*).....



III.8 ¿Cómo ha resultado la cooperación?

Muy buena	<input type="checkbox"/>
Buena	<input type="checkbox"/>
Regular	<input type="checkbox"/>
Mala	<input type="checkbox"/>

Si es regular o mala, ¿Por qué?

.....

.....

SECCIÓN IV: PERSPECTIVAS DE I+D

IV.1 ¿Pretende esta empresa desarrollar nuevos productos o realizar innovaciones en el proceso de producción durante el año 2002 ó 2003?

Si

No

Si la respuesta es negativa, ¿Por qué no?

.....

.....



IV.2 ¿Qué criterios utiliza esta empresa para estimar el volumen de inversión para las actividades de I+D?

a) % del total de gastos presupuestado.....	
b) % de las utilidades.....	
c) Monto fijo de inversión.....	
d) otros (por favor, especifique).....	

--

IV.3 Clasifique, según las prioridades de la empresa, las siguientes actividades propuestas en:

1. A realizarse durante 2002-2003
2. Proyectadas a futuro (después de 2003)
3. Ya realizadas
4. Sin interés de realizar

Clasificación
según
prioridades

a) obtener financiamiento del estado para proyectos de I+D	
b) obtener financiamiento privado para proyectos de I+D	
c) establecer cooperación con instituciones nacionales	
d) establecer cooperación con entidades internacionales	
e) realizar actividades para mejorar la percepción pública de la biotecnología	
f) creación de un comité de bioseguridad al interior de la empresa	



Estrategias de Marketing

IV.4 ¿Qué importancia tienen los mercados internacionales para esta empresa?

alta	<input type="checkbox"/>
media	<input type="checkbox"/>
baja	<input type="checkbox"/>

Responder IV.5 sólo si en la pregunta IV.4 la respuesta fue alto o medio

IV.5 En caso de no comercializar actualmente productos y/o servicios fuera de Chile ¿En qué mercados le gustaría posicionar sus productos?

a) Latinoamérica	<input type="checkbox"/>
b) Europa	<input type="checkbox"/>
c) Estados Unidos	<input type="checkbox"/>
d) Asia	<input type="checkbox"/>

Muchas gracias por su colaboración

