

IICA



LA AGROBIOTECNOLOGIA
COMERCIAL EN AMERICA LATINA
Y EL CARIBE
Estrategias Empresariales
y Políticas para su Desarrollo

Walter R. Jaffé



¿QUE ES EL IICA?

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) es el organismo especializado en agricultura del Sistema Interamericano. Sus orígenes se remontan al 7 de octubre de 1942 cuando el Consejo Directivo de la Unión Panamericana aprobó la creación del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.

Fundado como una institución de investigación agronómica y de enseñanza de posgrado para los trópicos, el IICA, respondiendo a los cambios y a las nuevas necesidades del hemisferio, se convirtió progresivamente en un organismo de cooperación técnica y fortalecimiento institucional en el campo agropecuario. Estas transformaciones fueron reconocidas formalmente con la ratificación, el 8 de diciembre de 1980, de una nueva convención, la cual estableció como los fines del IICA estimular, promover y apoyar los lazos de cooperación entre sus 33 Estados Miembros para lograr el desarrollo agrícola y el bienestar rural.

Con un mandato amplio y flexible y con una estructura que permite la participación directa de los Estados Miembros en la Junta Interamericana de Agricultura (JIA) y en su Comité Ejecutivo, el IICA cuenta con una amplia presencia geográfica en todos los países miembros para responder a sus necesidades de cooperación técnica.

Los aportes de los Estados Miembros y las relaciones que el IICA mantiene con 17 Observadores Permanentes, y con numerosos organismos internacionales, le permiten canalizar recursos humanos y financieros en favor del desarrollo agrícola del hemisferio.

El Plan de Mediano Plazo 1987-1993, documento normativo que señala las prioridades del Instituto, enfatiza acciones dirigidas a la reactivación del sector agropecuario como elemento central del crecimiento económico. En función de esto, el Instituto concede especial importancia al apoyo y promoción de acciones tendientes a la modernización tecnológica del agro y al fortalecimiento de los procesos de integración regional y subregional. Para lograr esos objetivos el IICA concentra sus actividades en cinco Programas que son: Análisis y Planificación de la Política Agraria; Generación y Transferencia de Tecnología; Organización y Administración para el Desarrollo Rural; Comercio e Integración; y Sanidad Agropecuaria.

Los Estados Miembros del IICA son: Antigua y Barbuda, Argentina, Barbados, Belice, Bolivia, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica, Dominica, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos de América, Grenada, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, St. Kitts y Nevis, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Suriname, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela. Fungen como Observadores Permanentes: Alemania, Austria, Bélgica, Comunidades Europeas, España, Federación de Rusia, Francia, Hungría, Israel, Italia, Japón, Portugal, Reino de los Países Bajos, República Árabe de Egipto, República de Corea, República de Polonia y Rumania.



LA AGROBIOTECNOLOGIA
COMERCIAL EN AMERICA LATINA
Y EL CARIBE
Estrategias Empresariales
y Políticas para su Desarrollo

Walter R. Jaffé

© Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
Noviembre, 1993.

Derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin autorización escrita del IICA.

Las ideas y planteamientos contenidos en los artículos firmados son propios de los autores y no representan necesariamente el criterio del IICA.

A partir de octubre de 1993, el Centro Interamericano de Documentación e Información Agrícola (CIDIA) y la Dirección para la Coordinación de Asuntos Institucionales (DICAI) se fusionaron en una nueva unidad del IICA, la Dirección de Información, Comunicación, Capacitación y Asuntos Institucionales (DICCAI).

La DICCAI, a través de su Servicio Editorial e Imprenta, es responsable por la edición de estilo, levantado de texto, montaje, fotomecánica e impresión de esta publicación.

Jaffé, Walter R.

La agrobiotecnología comercial en América Latina y el Caribe : estrategias empresariales y políticas para su desarrollo / Walter R. Jaffé. — San José, C.R. : Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Programa de Generación y Transferencia de Tecnología, 1993.

130 p. 25 cm. — (Serie Documentos de Programas / IICA, ISSN 1011-7741 ; no. 42)

1. Biotecnología agrícola — América Latina. 2. Biotecnología agrícola — Caribe. I. IICA. II. Título. III. Serie.

AGRIS
F30

DEWEY
581.15

SERIE DOCUMENTOS DE PROGRAMAS no. 42
ISSN 1011-7741

INDICE

PRESENTACION	5
RESUMEN	7
SUMMARY	9
1. BIOTECNOLOGIA, AGRICULTURA E INDUSTRIA	11
Desarrollo internacional de la biotecnología	12
Aprovechamiento del potencial biotecnológico	17
Metodología del estudio	20
2. EMPRESAS AGROBIOTECNOLOGICAS	24
Características generales de las empresas	24
Modelos de empresas que utilizan biotecnologías	32
3. CONSOLIDACION DE LAS NUEVAS EMPRESAS DE BIOTECNOLOGIA	36
Estrategias financieras	36
Producción y comercialización	40
Estrategias tecnológicas	45
Gerencia de la cultura empresarial	55
Perfil de las NEB en América Latina	61
4. "BIOTECNOLOGIZACION" DE LAS EMPRESAS DE INSUMOS ESTABLECIDAS Y LAS AGROINDUSTRIAS	65
Producción y comercialización	65
Estrategias tecnológicas	69
Gerencia de la cultura empresarial	76
Perfil de las estrategias	80



5. TRAYECTORIAS DE DESARROLLO DE LA AGROBIOTECNOLOGIA COMERCIAL EN AMERICA LATINA .	81
Desempeño de la agrobiotecnología comercial	81
Estrategias generales de desarrollo empresarial	88
Las trayectorias de desarrollo de la industria	91
La importancia relativa de las NEB	99
6. PERSPECTIVAS DE LA AGROBIOTECNOLOGIA COMERCIAL EN AMERICA LATINA	101
Limitantes para la utilización de la biotecnología	101
La industria de biotecnología posible y sus modelos de desarrollo	105
Políticas de apoyo a la industria	112
Hacia una política de desarrollo de la biotecnología comercial	119
BIBLIOGRAFIA	127

PRESENTACION

La biotecnología, como nueva tecnología de amplio impacto en muchos sectores productivos que es, será un determinante clave para los logros de los objetivos de competitividad, sostenibilidad y equidad que exige el desarrollo de América Latina y el Caribe. Ello es particularmente válido para la agricultura y la agroindustria, industrias biológicas por excelencia llamadas a desempeñar un papel crucial en las perspectivas de desarrollo de la Región.

Los avances a nivel mundial en la nueva agrobiotecnología se concentran en algunos pocos países líderes. El desarrollo de procesos y productos, dominado por la industria pero con participación significativa de centros de investigación, universidades y organismos gubernamentales, está entrando en la fase de la introducción comercial, luego de largos años de pruebas, escalamiento y procesos regulatorios. Cada día son más los nuevos productos biotecnológicos en el mercado, y algunos de ellos ya se han introducido en la Región.

El aprovechamiento del potencial de la biotecnología para el desarrollo agrícola y agroindustrial de ALC implica, en una primera etapa, la rápida incorporación a los procesos productivos de estos productos, que generalmente son insumos para la agricultura y la industria procesadora. Pero la Región debe moverse rápidamente hacia el desarrollo de capacidades productivas locales en biotecnología, requisito indispensable para convertirla en una eficaz palanca para la construcción de un nuevo modelo de producción agrícola y agroindustrial competitivo y ecológicamente sustentable. La necesidad de adaptación de los productos de la biotecnología a la especificidad geográfica de las situaciones productivas y la de capturar localmente el máximo del valor agregado así lo determinan.

La incorporación de la biotecnología a la agricultura y la agroindustria pasa entonces por la existencia de una industria "biotecnológica", es decir, basada en mayor o menor grado en procesos y productos de la biotecnología. El desarrollo

espontáneo de esta industria es un proceso lento y costoso, que puede y debe ser acelerado mediante la intervención gubernamental. El diseño de estas políticas de apoyo al desarrollo de una industria biotecnológica debe basarse en la experiencia de las empresas pioneras que existen en la mayoría de los países. Las características de las mismas, sus problemas y perspectivas permitirán identificar los escollos y las oportunidades de su desarrollo.

La presente publicación es el análisis de la información generada por 21 estudios de caso realizados con estos fines por el IICA en 1991. Empresas de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México, Uruguay y Venezuela fueron estudiadas en detalle para conocer sus características y estrategias gerenciales. El grupo de investigadores que realizó los estudios estuvo integrado por Carlos María Correa en Argentina; Sergio Salles Filho, José María da Silveira, Maria Beatriz Bonacelli y Alicia Ruiz, del Núcleo de Política Científica y Tecnológica de la UNICAMP, en Brasil; Gonzalo Arroyo y Rosario Jedlicky en Chile; Félix Moreno Posada de Tecnos, Colombia; Eduardo Doryan y Alejandro Cruz en Costa Rica; José Luis Solleiro, Silvia Almanza y Rosa Luz González, del Centro de Innovación Tecnológica de la UNAM, en México; Michele Snoeck, Judith Sutz y Andrea Vigorito en Uruguay, y Miguel Padrón, de AGROPLAN, en Venezuela. Estos estudios han sido agrupados en un volumen (*Estrategias de empresas de biotecnología agrícola en América Latina*) que próximamente publicará el Programa II del IICA.

Esta investigación es parte del Proyecto Planeamiento Estratégico y Nuevas Opciones Tecnológicas que el Programa de Generación y Transferencia de Tecnología de IICA desarrolló en el período 1988-1992, con financiamiento de la Agencia de Cooperación de Desarrollo Internacional (ACDI) del Canadá, a la que expresamos nuestro agradecimiento por el apoyo recibido.

Eduardo Trigo
Director
Programa II, de Generación y Transferencia de Tecnología
IICA

RESUMEN

Las características de las firmas que utilizan biotecnologías agrícolas en América Latina permiten clasificarlas en tres categorías de empresas que comparten una lógica de funcionamiento determinada. Las empresas creadas especialmente para explotar de manera comercial alguna biotecnología son las nuevas empresas de biotecnología (NEB). Un grupo de empresas de insumos establecidas están incorporando la biotecnología en mayor o menor medida, debido a que afectan directamente sus procesos productivos. Finalmente, un grupo de agroindustrias se involucran con la biotecnología debido a las amenazas indirectas a mediano o largo plazo que ella presenta para sus productos.

Las NEB son empresas de base tecnológica en proceso de consolidación. Las restricciones en cuanto a capital de riesgo en la Región las fuerzan a asumir estrategias cautelosas y financieramente conservadoras, además de un máximo de flexibilidad en su producción y comercialización. Presentan una organización flexible, informal y sofisticada, que valora sus recursos humanos. A diferencia de las NEB del norte, estas empresas producen y comercializan productos desde su concepción. Sus horizontes tecnológicos son de corto plazo.

Las empresas establecidas, en cambio, tienen aún un interés incipiente y tímido en la biotecnología. Para ello se apoyan mucho en las organizaciones de investigación del sector académico y público, con las que realizan contratos y otro tipo de asociaciones. Sin embargo, hay una minoría de estas empresas que tienen estrategias explícitas de reconversión hacia la biotecnología.

Las trayectorias de desarrollo de las NEB incluyen varias etapas, comenzando por la constitución de la empresa, la implementación de la decisión inicial, su consolidación y, finalmente, su eventual expansión. Umbrales financieros, organizativos y tecnológicos deben ser superados para la viabilidad a largo plazo de estas empresas. Las empresas establecidas de insumos y las agroindustrias inician su involucramiento con la biotecnología mediante una familiarización y exploración inicial, generalmente vinculándose

a grupos de investigación en el país, que lleva luego a desarrollar capacidades propias, generalmente dentro de estructuras internas de IyD ya existentes. Una dirección lógica de estas trayectorias las llevaría a su reconversión en empresas de base tecnológica, lo que en el caso de las empresas que actualmente están basadas en tecnologías químicas implica un cambio profundo.

Las perspectivas futuras de la agrobiotecnología comercial en América Latina y el Caribe dependerá de la superación de varias limitantes actuales, entre las cuales destacan el insuficiente tamaño de las NEB, el débil interés por parte de la industria existente, la inexistencia de capital de riesgo, la falta de dominio de tecnologías genéricas estratégicas, la escasa transferencia de tecnología, sistemas de planificación, gestión, organización y de protección de la propiedad intelectual inadecuados. El desarrollo de una industria de biotecnología exigirá la consolidación de un sector importante de NEB, la reconversión de empresas de insumos establecidas y la incorporación de la biotecnología en agroindustrias. La cooperación interempresas y la existencia de políticas de apoyo a la industria son elementos clave del mismo.

Las políticas gubernamentales han tenido una influencia importante en la incorporación de la biotecnología a la producción hasta la fecha. Los apoyos directos más importantes han sido la financiación de la creación y expansión de empresas, el financiamiento de IyD y de infraestructura para ella. El desarrollo de capacidades científicas en el sector académico y gubernamental ha sido seguramente el apoyo más importante.

Una política de desarrollo de la biotecnología comercial será selectiva para buscar concentración de esfuerzos y excelencia científica. Se apoyará en la cooperación regional e internacional para superar limitantes financieras y de escalas y tendrá, entre sus principales objetivos, crear un clima favorable para las inversiones y para la transferencia de tecnología. El concepto de "infraestructura tecnológica" propuesto por Tassej se ofrece como una base conceptual adecuada para una política de este tipo, que tendría entre sus temas centrales en América Latina y el Caribe el capital de riesgo, la creación de empresas, la articulación entre los diferentes actores y el desarrollo de una visión estratégica compartida del papel de la biotecnología en la agricultura.

SUMMARY

Firms operating in Latin America that make use of agricultural biotechnology fall into three categories, each with a specific operating *raison d'être*. New biotechnology enterprises (NBE) are those which are created for the express purpose of marketing biotechnology. A number of established firms that produce inputs are now also using biotechnology –to a greater or lesser degree– because it directly affects their production processes. Finally, certain agroindustries are getting involved in biotechnology because it poses a threat –over the medium or long term– to their products.

NBEs are technology-based firms that are in the process of being consolidated. The lack of venture capital in the region has forced these firms to take a cautious and financially conservative approach in their own growth plans, and to follow very flexible production and marketing strategies. Thus, their organizational structure is quite flexible, informal and sophisticated, and they assign a high value to human resources. Contrary to the NBEs in the north, these firms produce and market products right from start to finish. Their approach to technology is geared toward short-term goals.

The established firms, on the other hand, are only now beginning to show a very cautious interest in biotechnology. They rely to a large degree on research organizations in the academic and public sectors, with which they enter into contractual and other types of relationships. However, a few of these firms do have explicit strategies geared towards the adoption of biotechnology.

The NBEs have gone through several stages in their development, beginning with the establishment of the firm, consolidation and, finally, expansion. In order for these firms to be viable over the long term, they must develop beyond certain financial, organizational and technological thresholds. Established input-producing firms and agroindustries began their involvement in biotechnology by first exploring what the field had to offer, usually through their contacts with research groups in the country, eventually developing their own capabilities, usually within the scope of their own R & D

structures. The logical course for these firms to follow would be convert to themselves into technology firms; in the case of companies that currently rely on chemical technologies, this would involve far-reaching changes.

The prospects for commercial agrobiotechnology in Latin America and the Caribbean will depend on how well the firms concerned are able to overcome existing limitations, including the small size of NBEs, the lack of interest on the part of existing industries, the unavailability of venture capital, the lack of strategic generic technologies, the lack of technology transfer, and inadequate planning, management, and organization systems, as well as inadequate patent and copyright protection. In order for a biotechnology industry to develop, a strong NBE sector must be established, existing input-producing firms must undertake conversion programs, and biotechnology must be incorporated into agroindustries. Cooperation among firms and industry support policies are key elements of this effort.

So far, government policies have played a significant role in promoting the adoption of biotechnology by industry. Direct support has consisted mainly of providing funding for the creation and expansion of firms, and financing R & D. The most important contribution has been the development of scientific capabilities in the academic and public sectors.

A policy aimed at developing commercial biotechnology must be selective in order to allow for proper focus and scientific excellence. Support should be given to regional and international cooperation efforts, with a view to overcoming financial limitations and problems of scale. One of the main objectives will be to create a favorable atmosphere for foreign investment and technology transfer. The concept of "technology infrastructure," proposed by Tassej, could provide a suitable conceptual basis for such a policy, which, in Latin America and the Caribbean, would stress venture capital, creation of enterprises, articulation between different actors, and development of a common strategic vision of the role of biotechnology in agriculture.

BIOTECNOLOGIA, AGRICULTURA E INDUSTRIA

Uno de los retos más importantes que enfrenta la región de América Latina y el Caribe es mantener la competitividad de su agricultura y, a la vez, desarrollar un nuevo patrón de producción sostenible en el tiempo. Ese proceso deberá realizarse en una situación global signada por profundas transformaciones en todos los ámbitos: políticos, económicos, comerciales, pero principalmente en los científico-tecnológicos. Del notorio avance científico actual surgen nuevas tecnologías genéricas que afectarán profundamente la forma como se producirá en el futuro, de manera análoga a la forma en que tecnologías tales como la producción de acero, la electricidad o el motor de combustión interna afectaron la organización social y productiva de épocas pasadas (Pérez 1985).

Una de esas tecnologías es la biotecnología, que reviste especial importancia para todas las actividades productivas e industrias basadas en seres vivos o en sus productos, entre las cuales destaca la agricultura en su sentido amplio, es decir, la agricultura vegetal, la producción animal, la producción forestal, la explotación y procesamiento agroindustrial. Bajo esa denominación se agrupan tecnologías basadas en la manipulación de seres vivos y sus productos, pero principalmente aquellas desarrolladas a partir de los avances de la biología molecular y celular moderna en los últimos veinte años y que, por su potencia y precisión, se distinguen sustancialmente de las tecnologías tradicionales que cuentan con los mismos objetivos.

La biotecnología se fundamenta en el conocimiento de procesos biológicos básicos, tales como la conservación, variación y transmisión de la información genética, la diferenciación y división celular, la respuesta inmunológica, la resistencia a enfermedades y plagas, la absorción y metabolismo de nutrientes, la fijación de nitrógeno, para mencionar solo algunos de los más importantes. Permite obtener nuevos productos y mejorar productos y procesos existentes en función de objetivos industriales, de salud o de otra naturaleza.

El nacimiento de la nueva biotecnología fue acompañado por estimaciones y predicciones muy optimistas acerca de su potencial para superar muchas barreras opuestas al continuo incremento de la productividad, así como para

enfrentar problemas difíciles de atacar con tecnologías tradicionales. Si bien en muchos casos las expectativas fueron excesivamente ambiciosas, hoy, casi 20 años después del nacimiento de la ingeniería genética (la más potente e importante de las nuevas biotecnologías), sus promesas se han concretado en un número significativo de casos.

Una industria emergente, constituida por un grupo importante de empresas creadas para explotar la nueva tecnología y por empresas ya existentes que la han incorporado en sus procesos productivos (y que en este proceso se han «biotecnologizado» en mayor o menor grado), está produciendo y comercializando un número significativo de productos. En las industrias basadas en procesos biológicos, se han introducido cambios importantes en cuanto a la manera de producción y de innovación, tales como una mayor privatización del conocimiento y una mayor importancia de la investigación científica para la producción, entre otros (Avalos 1990; Correa 1991).

En el campo agrícola, el efecto neto de estos avances será un reforzamiento de la competitividad de las agriculturas de los países desarrollados; se prepara así el terreno para una agricultura con reducidos subsidios en dichos países, una mayor integración de la producción primaria y del procesamiento agroindustrial y una menor dependencia con respecto a materias primas y productos de otras condiciones climáticas y ecológicas.

Esas transformaciones obligan a un replanteamiento de las estrategias agrícolas de los países en desarrollo. El mantenimiento, recuperación y eventual expansión de la competitividad internacional de sus agriculturas, elemento decisivo en cuanto a la posibilidad de un desarrollo sostenible en el tiempo, significará necesariamente aplicar y utilizar las nuevas tecnologías. El acceso a ellas, así como el logro de las condiciones necesarias para ello, constituirá un problema central de esas nuevas estrategias, dado que son desarrolladas principalmente en los países de la OCDE, que concentran prácticamente la totalidad de la inversión que en ese sentido se está haciendo en el mundo (Jaffé y Trigo, en prensa).

Desarrollo internacional de la biotecnología

La biotecnología es vista en los países industrializados de economía de mercado como una de las futuras tecnologías genéricas impulsadoras de una nueva revolución tecnológica-industrial (OCDE 1989). Ese convencimiento, compartido tanto por sectores académicos y gubernamentales como por la industria y los sectores financieros, se traduce en significativas inversiones en investigación básica y en el desarrollo de productos y procesos (OTA 1988).

La biotecnología surgió de la investigación académica básica financiada por el sector público en las universidades de EE. UU. Cuando se hacen evidentes las potencialidades comerciales de los descubrimientos e inventos y, concretamente, a partir del invento por parte de Cohen y Boyer de la tecnología del ADN recombinante, en 1973, muchos de los científicos involucrados crean compañías para explotar comercialmente las nuevas tecnologías. Se inicia así un verdadero *boom* de la industria biotecnológica, particularmente en Estados Unidos, aprovechando la existencia de mecanismos bien establecidos de financiamiento de capital de riesgo en dicho país. Esas empresas eran y son en muchos casos empresas de investigación, con altos requerimientos financieros para desarrollar productos y colocarlos en el mercado (Pisano 1991). Pero la expectativa que se creó en torno a la potencialidad económica de esta nueva industria fue tal que muchas de las compañías fueron y son capaces de atraer sustanciales cantidades de capital mediante la oferta pública de acciones y de fondos de capital de riesgo (Burrill y Lee 1990).

Los mayores tiempos requeridos para la obtención de productos comercializables, debido a dificultades científicas, de escalamiento industrial, de desarrollo de canales de comercialización y regulatorias, fueron creando problemas financieros para estas nuevas empresas biotecnológicas (NEB), pues los fondos existentes se agotaban, las fuentes iniciales de capital se hicieron más cautas y la generación de fondos por ventas se retrasaba cada día más. En ese momento entraron en escena algunas grandes empresas y corporaciones farmacéuticas, químicas, de energía, principalmente, que habían seguido con cierta cautela los desarrollos científicos y el surgimiento de la nueva industria.

El esclarecimiento del panorama en cuanto a la posibilidad de patentar los nuevos desarrollos, que ocurre a partir de algunas decisiones judiciales clave en EE. UU. (Chakrabarti, Harvard, entre otras) introduce con fuerza a esas corporaciones en el nuevo campo (OMPI 1991). Ello se dio por medio de un conjunto de estrategias relacionadas y sinérgicas. Por un lado, se empezaron a establecer relaciones con la nueva ciencia, financiando programas y organizaciones de investigaciones o estableciendo contratos con grupos académicos (Pisano 1991; Arora y Gambardella 1990). Paralelamente, se empieza a construir una capacidad propia de investigación en biología molecular dentro de estructuras de IyD existentes o, en algunos casos, creando nuevos centros de investigación especializados. En tercer lugar, se establecen relaciones con las NEB de diverso tipo: desde contratos de investigación hasta la compra de la empresa, pasando por convenios de mercadeo o de IyD compartidos (Arora y Gambardella 1990; Dembo y Morehouse 1987).

Ante la previsible generación de nuevos productos, muchas de esas corporaciones empiezan a desarrollar canales de comercialización. El caso más

claro es el de las empresas de semillas, adquiridas a partir de los años setenta por las corporaciones que se han involucrado en la biotecnología agrícola (Fowler *et al.* 1988).

El acceso de las grandes corporaciones significó que buena parte de la dinámica del desarrollo de esta nueva industria pasara a ser determinada por ellas. Sus capacidades financieras, de manufactura y de mercadeo les dan especiales ventajas para desarrollar y comercializar los nuevos productos. Sin embargo, las empresas dedicadas a la biotecnología (en el orden de 500 empresas en EE. UU.) desempeñan un papel clave, aunque muchas sean subsidiarias de grandes corporaciones que mantienen su independencia gerencial para aprovechar las ventajas que, en cuanto se refiere a innovatividad, tienen esas empresas más pequeñas y con culturas empresariales dirigidas hacia la innovación tecnológica. Las corporaciones transnacionales se convierten así en el centro de un modelo de "concentración descentralizada" que caracteriza el desarrollo de la biotecnología (OCDE 1989).

Otros actores clave son los gobiernos que han desempeñado un papel importante en estos desarrollos, por medio de dos acciones genéricas y, en cierta medida, contradictorias. Por un lado, está el fomento del desarrollo de la nueva industria, con el apoyo a la investigación y la formación de recursos humanos, pero también mediante medidas más directas, tales como la provisión de capitales de riesgo, el apoyo a la colaboración y cooperación interempresas, el fortalecimiento de las posiciones de las empresas nacionales frente a las extranjeras, el subsidio a la IyD de las empresas, etc. Por otro lado, el despliegue de una actividad regulatoria que responde a las presiones políticas de la opinión pública o de grupos de interés específicos, afectados de una u otra forma por la nueva tecnología. Esas exigencias regulatorias se han convertido en uno de los obstáculos más importantes en muchos países para el desarrollo comercial de la biotecnología, al aumentar de manera significativa los costos de desarrollo de los productos, e inclusive al limitar directamente los mercados o la producción (Burrill y Lee 1990)

Las estrategias de las empresas involucradas en la biotecnología comercial en los países industrializados está dirigida, en primera instancia, a la explotación de los mercados de productos de alto valor agregado y tamaño significativo que permitan recuperar con rapidez las altas inversiones en IyD y tener las ganancias esperadas. En el campo agrícola, eso significa que los esfuerzos de IyD se dirigen hacia los rubros de importancia en esos países y hacia insumos agrícolas de relativo alto valor agregado, tales como productos veterinarios, semillas y productos fitosanitarios.

El desarrollo de la biotecnología en América Latina y el Caribe se dará, entonces, en un contexto internacional que en buena medida lo condicionará. Se destacan como condicionantes ciertas tendencias internacionales, cuyo análisis y monitoreo resultará importante para el desarrollo regional: la privatización del conocimiento, la regulación de la tecnología y el protagonismo de las multinacionales.

Privatización del conocimiento

La protección legal de la propiedad intelectual de las tecnologías es una situación nueva para las actividades productivas e industrias basadas en procesos y productos biológicos. Dadas las capacidades de reproducción de los seres vivos y las dificultades para caracterizar inequívocamente especies, variedades y productos, no había posibilidades técnicas para la apropiación privada de éstos. El desarrollo de la biotecnología supera esas limitaciones técnicas y genera una fuerte presión por parte de investigadores y empresas para la protección de esos productos. Si bien subsisten muchas dudas fundamentales, algunos países, en particular EE. UU., han aplicado mecanismos de protección de la propiedad intelectual a seres vivos y sus productos. Ello es parte de una tendencia más general de reforzar la protección de la propiedad intelectual y de incorporar este aspecto en las relaciones comerciales y económicas internacionales (Kenney 1986a; ONU 1990).

Se ha sostenido que, como consecuencia de esa tendencia, puede dificultarse el acceso a la nueva tecnología, en particular por parte de los países subdesarrollados. Las biotécnicas de primera generación (hibridomas, ADN recombinante), no han sido protegidas, o bien la protección fue planteada de tal forma que no constituye un impedimento para el acceso a la misma. Sin embargo, nuevas tecnologías de este tipo han sido protegidas de forma más completa (p. ej., la PCR¹), y ésta parece ser la norma para el futuro. Sin embargo, la situación de alta competencia interempresas que caracteriza a la industria biotecnológica en los países desarrollados facilita el acceso a la tecnología; es muy probable que siempre haya alguna compañía que vea ventajas en la venta o transferencia de la misma. A ello se suma la existencia de muchas empresas pequeñas y medianas que tienen un interés específico de establecer relaciones y alianzas que refuercen su independencia frente a las compañías dominantes.

1 Reacción en Cadena de la Polimerasa, utilizada para amplificar una secuencia determinada de ADN.

La consecuencia más importante de la mayor privatización del conocimiento, más que una limitación del acceso en sí, seguramente será la reducción en importancia de la transferencia de tecnología gratuita, tradicionalmente importante en la agricultura, y el incremento de los gastos del acceso a la tecnología en general. Lo que esto significa, en definitiva, es que las empresas deben tener una estrategia específica para el acceso a nuevas tecnologías y que el costo de la adquisición de tecnología debe ser incluido en los planes de desarrollo tecnológico de las empresas y de los países.

Regulación de la tecnología

La importancia de la regulación de la biotecnología en los países de la OCDE, que la hace uno de los elementos de riesgo y costos más importantes en el desarrollo de productos, lleva a su imposición al resto del mundo y, en particular, a los países que quieran ingresar a este nuevo campo productivo. Ya sea con el propósito de proteger la salud de la población y el medio ambiente de peligros que no conocen fronteras, o ya sea para proteger a su industria ante ventajas que puedan tener países con sistemas regulatorios más laxos, existe un marcado interés en la implantación de regulaciones similares en todos los países. En última instancia, esas regulaciones pueden ser utilizadas como barreras no arancelarias para proteger mercados y posiciones competitivas (Trigo y Jaffé 1991).

Protagonismo de las multinacionales

La posición dominante de compañías multinacionales en muchos campos de la biotecnología y su presencia en la Región, en la que también tienen posiciones importantes en numerosos mercados agroindustriales, de alimentos y de insumos agropecuarios e industriales, es sin duda un elemento importante de cualquier estrategia nacional de aprovechamiento de la biotecnología (Avalos 1990).

A corto plazo, esas compañías serán la fuente de los primeros productos de la nueva biotecnología que se comercializarán en la Región. La rápida disponibilidad de esos productos, y en particular de insumos agropecuarios e industriales, es importante para el mantenimiento de la competitividad de muchos sectores productivos. A mediano plazo, ello representa un reto para la industria nacional, que puede perder importantes posiciones si no incorpora a su vez las nuevas tecnologías. La industria de insumos agropecuarios, y sobre todo la especializada en insumos de tipo biológico, tanto agropecuarios como industriales, es la más vulnerable, debido a que muchos productos y procesos nuevos están cerca de ser comercializados. A mediano plazo, se verán afectadas todas las industrias basadas en procesos y productos biológicos, inclusive la

agroindustria tradicional, en los que exista competencia significativa de compañías multinacionales con un componente de biotecnología importante.

Aprovechamiento del potencial biotecnológico

La Región participa solo en forma marginal en la creación de esta nueva tecnología y su explotación productiva. Existen algunas limitadas capacidades científicas básicas y la industria de biotecnología está en un estado incipiente. La disparidad de las inversiones en IyD per cápita o como un porcentaje del PIB, de un orden de magnitud menor en la Región que en EE. UU., constituyen el indicador más importante de ello (Jaffé 1992a). Aun así, esos desarrollos tendrán en ALC un impacto significativo.

A corto plazo, ese impacto se dará por medio de los nuevos productos que se comienzan a comercializar mundialmente y que, tarde o temprano, se importarán en la Región. Casi todos estos productos han sido desarrollados por compañías multinacionales, presentes por muchos años en la mayoría de los países. Muchas de esas empresas tienen facilidades de producción locales y, en el caso de las empresas de agroquímicos y de semillas, inclusive una cierta infraestructura local de IyD adaptativa. Es seguro, entonces, que muchos productos de la biotecnología de avanzada serán introducidos en la Región por las compañías multinacionales que los poseen.

Los productos de la biotecnología que están hoy en fase de desarrollo responden fundamentalmente a mercados y necesidades de los países y las empresas que están invirtiendo en este campo; es decir, están dirigidos a satisfacer mercados de alta capacidad adquisitiva y gran tamaño. Algunos de esos productos serán de interés para otros países, en particular países en desarrollo. Pero depender exclusivamente de los desarrollos en los países que actualmente tienen capacidades científicas y productivas en este campo significa, desde el punto de vista de los países en desarrollo, aceptar productos que no necesariamente responden a sus necesidades y oportunidades, así como también retrasos en la disponibilidad de productos en comparación con los países desarrollados. Los productos de la biotecnología, por tratarse de seres vivos y sus derivados, son altamente sensibles a las condiciones de producción locales, tales como el clima y la ecología, pero también a patrones de consumo y otras condiciones sociales y económicas nacionales.

El aprovechamiento del potencial productivo y social de la biotecnología exige, en consecuencia, como un complemento esencial a la importación de productos logrados en otros países, el desarrollo de capacidades productivas, es decir, la importación de la tecnología *per se* y su dominio local. Ello

constituye una condición *sine qua non* para aprovechar las ventanas de oportunidades que permiten salir del círculo vicioso del subdesarrollo; eso es lo que ofrece el proceso de transición hacia un nuevo paradigma técnico-económico, basado en esas nuevas tecnologías, que se vive en la actualidad (Pérez 1992).

La importación y utilización competitiva de cualquier tecnología es un proceso difícil y lento, que no se agota con la instalación de equipos y plantas y el entrenamiento de personal, como lo demuestran los innumerables casos de transferencia de tecnología fallidos que existen en la historia del desarrollo económico (Soete 1990). La larga experiencia que se ha acumulado con tecnologías tradicionales indica que es de fundamental importancia el dominio de la tecnología involucrada, a nivel de la empresa que la aplica, para explotarla en forma competitiva en el orden internacional. Ese dominio se expresa en la capacidad de seleccionar, negociar, adaptar y mejorar la tecnología en función de las necesidades de la empresa (Avalos 1992). Es decir, involucra tanto aspectos netamente técnicos y de ingeniería como de mercadeo y estrategia de negocios en general.

En el campo de las nuevas tecnologías, alcanzar un adecuado dominio sobre ellas exigirá en forma adicional capacidades científicas que, generalmente, no se requieren en las tecnologías más tradicionales. Dado que ellas surgen de manera directa de la ciencia, se requiere disponer de una adecuada capacidad de comprensión y dominio de la ciencia que está en sus bases para permitir su aplicación, uso y eventual modificación, pero también para el seguimiento de los avances mundiales que se alcanzan continuamente y, en muchos casos, como sucede con la biotecnología, a gran velocidad. Ello es característico de las tecnologías de base científica en una fase temprana de desarrollo y consolidación. Un nuevo descubrimiento científico puede afectarlas sustancialmente, inclusive haciéndolas obsoletas a pesar de su reciente desarrollo. No se han consolidado todavía trayectorias de desarrollo claras y dominantes, razón por la cual existen muchos cambios en aspectos técnicos básicos, con el consecuente alto nivel de incertidumbre y riesgo.

Otra consecuencia del temprano estado de desarrollo de la tecnología es la concentración del esfuerzo de IyD en el desarrollo de las tecnologías medulares (*core technologies*) y el consecuente débil desarrollo de las tecnologías periféricas asociadas a ellas. Por ejemplo, en el caso de la biotecnología hay un gran retraso en todo lo que es definido como tecnologías «aguas abajo» (*down-stream*), como son, entre otras, las tecnologías de separación, purificación y concentración de productos generados por tecnologías medulares, tales como la ingeniería genética.

El aprovechamiento de las oportunidades productivas, es decir, la aplicación y uso de la biotecnología en un país determinado, exigirá entonces, además de capacidad de investigación básica, capacidades para aplicar las tecnologías medulares a situaciones productivas determinadas, lo cual no necesariamente tiene que ser novedoso mundialmente. Además, su utilización en una forma competitiva en el orden internacional requerirá, a mediano y largo plazo, el dominio de las tecnologías periféricas correspondientes.

Es importante destacar que para el desarrollo de capacidades productivas no se requiere necesariamente participar en el avance de las fronteras del conocimiento en sí, al menos no en el corto y mediano plazo, como lo demuestran las experiencias en Japón y, más recientemente, en los nuevos países industrializados; éstos han podido desarrollar importantes industrias en áreas de punta sin contar con un liderazgo en la ciencia básica correspondiente.

El uso productivo de la biotecnología exige entonces capacidades que se localizan en distintas organizaciones. Las dificultades organizativas y gerenciales para manejar actividades con dinámicas muy distintas hace difícil agruparlas en una sola organización. Sólo las corporaciones más grandes a nivel mundial pueden aspirar a contar con estas capacidades y, aun así, sólo en forma parcial.

Las capacidades científicas se localizan generalmente en universidades y en centros de investigación. Las tecnológicas y productivas se localizan por definición en empresas, ya que se trata de tecnologías productivas. El hecho de que las capacidades requeridas se localizan en organizaciones distintas, resalta la importancia decisiva del estrecho relacionamiento entre ellas, para permitir acciones articuladas y coherentes en función de la aplicación, uso y desarrollo de la tecnología.

Dado su origen en la biología molecular y celular, primero la biotecnología se introdujo en la Región en las organizaciones de investigación académicas. El canal de difusión fueron los vínculos existentes entre científicos y la formación de investigadores de la Región en los laboratorios de países desarrollados. En una segunda etapa, esas tecnologías se difunden hacia las empresas, con frecuencia vía las organizaciones académicas. En esta etapa, el desarrollo de la biotecnología empieza a depender crecientemente de las empresas, es decir, de sus estrategias y políticas. En consecuencia, el aprovechamiento del potencial que estas nuevas tecnologías ofrecen pasa por su incorporación al sector productivo y su desarrollo en él.

El conocimiento de esa dinámica es un requisito para la eventual posibilidad de influir sobre este proceso mediante políticas públicas y privadas. Por otro

lado, también facilitará y quizá acelerará el proceso de incorporación y uso de las biotecnologías, al difundir estrategias exitosas o cuellos de botella, requisitos y condicionantes. Con ese objetivo se realizó el presente estudio, con base en la metodología que se describe a continuación.

Metodología del estudio

La muestra de empresas estudiadas fue seleccionada con base en la información disponible sobre las empresas de biotecnología agrícola en los países de América Latina y el Caribe relativamente más desarrollados en este campo. En un estudio diagnóstico sobre las capacidades y la problemática de la biotecnología agrícola en ALC, realizado por el IICA en el año 1989, se identificaron las empresas de biotecnología agrícola más importantes de la Región (Jaffé 1991). Ese estudio utilizó una metodología tipo Delphi, es decir basada en la opinión de expertos, que incluyó investigadores, administradores, gerentes y otras personas con liderazgo en el campo de la biotecnología en sus respectivos países. Un total de 62 empresas fueron señaladas como importantes por dos o más expertos en 11 países, y 14 de ellas fueron seleccionadas por el 50% o más de los expertos en cada país.

Los países seleccionados para realizar el estudio fueron Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México, Uruguay y Venezuela. De las empresas más conocidas o prestigiosas de estos países, es decir aquellas señaladas por el 50% o más de los expertos consultados, se escogió un grupo que fuera representativo de los distintos tipos de industria (agricultura vegetal, animal y agroindustria) y de los distintos tamaños de empresas (pequeñas, medianas, grandes y muy grandes); la muestra definitiva quedó integrada por aquellas que accedieron a suministrar la información requerida. En el Cuadro 1 se presenta en forma resumida la importancia de las empresas dentro de la industria de biotecnología agrícola de los países seleccionados.

Los estudios de caso fueron realizados por consultores nacionales experimentados en estudios en el área de la gestión tecnológica y conocedores de la escena de la biotecnología en sus respectivos países. Se utilizó una metodología común especialmente elaborada para este estudio, consistente en la definición de la información requerida y una guía de entrevistas (Redgrave 1991). La información fue recopilada de fuentes documentales existentes y mediante entrevistas directas a directivos y gerentes clave de las empresas. El análisis agregado de la información de los países fue realizado en la Sede Central del IICA y discutido con cada uno de los consultores nacionales participantes en el estudio.

Cuadro 1. Listado de empresas estudiadas.

País	Nombre completo	Abreviación	Indicador de importancia
Argentina	Industrias Químicas ALMIDAR S.A.	ALMIDAR	Desarrolla un producto nuevo a nivel mundial.
	TECNOPLANT, S.A.	TECNOPLANT	Primera empresa de micro propagación del país y líder en su mercado.
	Instituto Científico Paul Hnos. S.A.	PAUL	Su planta está entre las cinco más grandes del mundo.
Brasil	Sementes AGROCERES S.A.	AGROCERES	Líder en el mercado de semillas híbridas de maíz y en otros mercados en el país.
	Cooperativa de Productores Cana, Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo Ltd.		Líder en su mercado; de centro tecnológico de alcohol y azúcar más importante del país.
	BIOMATRIX	BIOMATRIX	Primera empresa de micropropagación del país.
	Bio Planta Tecnológica Plantas S.A.	BIOPLANTA	Empresa de micropropagación más grande de América Latina.
Chile	BIOS-CHILE IGSA	BIOSCHILE	Primera empresa biotecnológica en el sector salud del país.
	BIOTECNICA DE CHILE	BIOTECNICA	-
Colombia	Compañía Nacional de Levaduras (LEVAPAN) S.A.	LEVAPAN	Líder en el mercado colombiano y presencia en Ecuador, Venezuela, Panamá y R. Dominicana.

Cuadro 1 (Cont.).

País	Nombre completo	Abreviación	Indicador de importancia
Costa Rica		COSI	Primera empresa de micro-propagación del país, su mercado.
	PALMA TICA	PALMATICA	Líder en su mercado en Centroamérica.
México	Industrias Técnico Agropecuarias El Novillo, S.A. de C.V.	ITANSA	Primera empresa que explota un nuevo proceso desarrollado en la Universidad
	Laboratorios BIOQUIMEX S.A. de C.V.	BIOQUIMEX	Líder mundial en su mercado.
	Biogenética Mexicana S.A. de C.V.	BIOGENETICA	Sucesora de la primera empresa de micropropagación del país.
	Génesis Integral S.A. de C.V.	GENESIS	Igual al anterior.
Uruguay	Laboratorios Santa Elena S.A.	SANTA ELENA	Líder en su mercado.
	Semillas Santa Rosa S.A.	SESAR	Primera empresa de micro-propagación y líder en su mercado.
	Vinos Finos Juan Carrau S.A.	CARRAU	Primera empresa de vinos finos del país.
Venezuela	BIOAGRO S.A.	BIOAGRO	Primera empresa de micro-propagación del país.
	Alfonso Rivas & Co.	RIVAS	Líder en su mercado.

* La Empresa solicitó mantener su nombre en reserva.

La metodología común partió de las hipótesis de que la incorporación y uso de las biotecnologías depende del tipo de productos y mercados suplidos por una empresa; del tipo de tecnologías que una empresa estuviera utilizando y de las estrategias innovativas utilizadas. En consecuencia, se estructuró una serie de datos e información requeridos para caracterizar a las empresas y sus estrategias empresariales, en las áreas de producción y mercadeo, finanzas y gerencia de la cultura empresarial, a un nivel relativamente general, y en forma más específica y detallada en cuanto a su innovación tecnológica.

Por biotecnología se entiende un grupo de tecnologías derivadas de los avances de la biología molecular y celular recientes, que utilizan seres vivos y sus productos. Se distinguen las biotecnologías "nuevas", desarrolladas a partir de la ingeniería genética y de la fusión celular (tecnología de hibridomas) principalmente, de las biotecnologías "modernas", que incluyen el cultivo de células animales y vegetales, las técnicas de fermentación no convencionales, las técnicas inmuno-químicas, las tecnologías de obtención de vacunas, entre las más importantes (OCDE 1989). Estas últimas tecnologías han tenido mayor tiempo de desarrollo que las nuevas y, generalmente, son de una complejidad y requerimientos de recursos menores.

2

EMPRESAS AGROBIOTECNOLOGICAS

El foco de interés de este estudio es la industria que utiliza biotecnologías agrícolas de América Latina. Esa industria se ha definido como el grupo de empresas que utilizan en forma significativa alguna biotecnología de aplicación a la producción vegetal, animal, forestal, acuicultura y procesamiento agroindustrial, o producen insumos para estas actividades productivas, ya sea en investigación y desarrollo (IyD) o en actividades de producción o prestación de servicios.

En esta definición pueden incluirse diversos tipos de empresas que forman parte de distintas industrias. Empresas de producción primaria (plantaciones, empresas de acuicultura, de producción animal, p.ej.), de procesamiento agroindustrial (centrales azucareras, extractoras de aceites, producción de alimentos, p. ej.), de producción de insumos, tanto para la producción primaria como para otras industrias (insumos biológicos, agroquímicos, productos veterinarios, aditivos para alimentos, entre otros) y de prestación de servicios para las anteriores, que tienen en común la utilización de este grupo de tecnologías. Algunas de esas empresas y, en particular, algunas de producción de insumos, actúan también en otros campos fuera del sector agrícola como, p. ej., la salud humana.

En este Capítulo se analizan las características más importantes de las empresas estudiadas, con el objeto de identificar la importancia de la biotecnología para sus operaciones. Interesa dilucidar hasta qué punto su competitividad depende de estas nuevas tecnologías y qué efecto tiene este hecho sobre su organización y gerencia.

Características generales de las empresas

Las características generales de las empresas en cuanto a principales productos producidos, tamaño, edad y propiedad, presentadas en los Cuadros 2, 3 y 4, básicamente reflejan la heterogeneidad de la muestra estudiada.

Edad

Los datos recogidos sobre los años de operación que tienen las empresas estudiadas, así como los años de involucramiento con la biotecnología (Cuadro 2), permiten diferenciar dos tipos de empresas. Un primer grupo son empresas con

10 años o menos de operación, creadas para explotar alguna oportunidad comercial ofrecida por estas tecnologías, como lo pone en evidencia el hecho de que han estado involucradas con la biotecnología desde el momento de su creación. El segundo grupo son las empresas establecidas, que tienen más de diez años de operación e incorporan o se involucran con biotecnologías más recientemente.

Productos

La agrupación de las compañías por tipo de producto indica que las compañías productoras de insumos para la agricultura son las más frecuentes (62% de las empresas), seguidas por las compañías de alimentos, humanos y para animales (24%), y las que producen insumos para otras industrias (14%). Esta distribución refleja la situación general de la industria agrobiotecnológica en la Región. El 53% de las 62 empresas más importantes seleccionadas por los expertos del estudio Delphi mencionado anteriormente son empresas de propagación vegetal, seguidas por las farmacéuticas (16%) y de alimentos (14%) (Jaffé 1991).

Tamaño

El número de empleados y el monto de las ventas permiten agrupar las empresas según su tamaño. Pequeñas empresas con menos de 50 empleados representan el 47.6% de la muestra, las empresas intermedias (entre 50 y 200 empleados) 19%, empresas grandes (201 - 600 empleados) 4.7%, y empresas muy grandes (> 600 empleados) representan el 23.8 % de la muestra.

Propiedad

En cuanto a la propiedad, la mayoría de las empresas son de propiedad local (76.2%). De ellas, 13 son de capital cerrado, dos subsidiarias de corporaciones locales, una de capital abierto y una cooperativa. De capital extranjero son dos subsidiarias de multinacionales y dos de propiedad mixta, capital nacional y extranjero.

Uso de biotecnología

Para confirmar el involucramiento de las empresas estudiadas con las nuevas tecnologías se analizó su utilización por parte de ellas. En el Cuadro 5 se presentan las biotecnologías más importantes que usan las empresas estudiadas tanto en IyD como en producción.

Cuadro 2. Edad de las empresas estudiadas para el año 1990.

País	Nombre	Años de operación	Años de involucramiento con biotecnología
Argentina	ALMIDAR	43	3
	TECNOPLANT	5	5
	PAUL	80	?
Brasil	AGROCERES	45	5
	COPERSUCAR	31	3
	BIOMATRIX	7	7
	BIOPLANTA	5	5
Chile	BIOS-CHILE	4	4
	BIOTECNICA	3	3
Colombia	LEVAPAN	38	6
Costa Rica	COS1	6	6
	PALMATICA	46	?
México	ITANSA	7	7
	BIOQUIMEX	20	?
	BIOGENETICA	5 ¹ (8)	5 (8)
	GENESIS	1 ² (8)	1 (8)
Uruguay	SANTA ELENA	33	3
	SESAR	10	10
	CARRAU	16	7
Venezuela	BIOAGRO	5	5
	RIVAS	80	5
PROMEDIO NEB		4.3	4.3
PROMEDIO NEB (incl. exper. anterior) (6.1)		(6.1)	
PROMEDIO EMP. INSUMOS ESTABL.		43.1	4.2
PROMEDIO AGROINDUSTRIA		36	5.5

1 Etapa pre-operativa; las operaciones arrancan en 1990. Es una reestructuración de otras anteriores con aproximadamente 3 años de experiencia.

2 La empresa es una reestructuración de otras anteriores con aproximadamente 8 años de experiencia.

Cuadro 3. Características básicas de las empresas con menos de diez años de operación estudiadas, 1990.

Nombre	Tipo industria	Productos más importantes	N° empleados	Ventas (mill.US\$)	Tipo capital ¹
TECNOPLANT	Propagación vegetal	Plantas de frambuesa y espárrago	30	0.4	A
BIOMATRIX	Propagación vegetal	Semilla de papa, forestales, ornamentales	84	0.35 ²	D
BIOPLANTA	Propagación vegetal	Semilla de hortaliza, plantas de naranja	130	7.3 ³	C
BIOS-CHILE	Farmacéutica	Medios de cultivo, kits de diagnóstico monoclonales	26	0.228	B
BIOTECNICA	Insumos ind.	Kits de diagnóst. y control de calidad	25	0.225	A
COSI	Propagación vegetal	Plantas de banano, plantas ornamentales	45	0.60	B
ITANSA	Fermentaciones	Alimento animal	20	0.5	A
BIOGENETICA	Propagación vegetal	Plantas ornamentales, frutales	40	0.3	A
GENESIS	Propagación vegetal	Plantas de agave, ornamentales, forestales	48	n.d.	A
SESAR	Mejoramiento genético y propagación vegetal	Inv. contratada, plantas de frutilla	29	0.6	A
BIOAGRO	Propagación vegetal	Frutales, flores	35	0.15	A

1 A: Capital nacional privado; B: Capital nacional e internacional privado; C: Subsidiaria de multinacional; D: Subsidiaria de empresa nacional.

2 Dato de 1989, tomado de Cerantola 1991.

3 Dato de 1989.

Cuadro 4. Características básicas de las empresas con más de 10 años de operación que introducen biotecnologías en sus operaciones, 1990.

Nombre	Tipo industria	Productos más importantes	N° empleados	Ventas (mill. US\$)	Tipo capital ¹
ALMIDAR	Química	Agroquímicos	40	10.0	A
PAUL	Farmacéutica/veterinaria	Vacuna anti aftosa	167	6.0	A
AGROCERES	Insumos genéticos agrícolas	Semillas, aves, cerdos	2 300	100	B
COPERSUCAR	Alimentos, energía	Azúcar, alcohol	1 887	1 500	E
LEVAPAN	Insumos para ind. alimentos	Levadura, panificación	1 028	32.8	A
PALMATICA	Alimentos	Aceite palma	4 200 ²	n.d.	D
BIOQUIMEX	Insumos para ind. alimentos	Pigmentos vegetales	426	16.5	C
SANTA ELENA	Farmacéutica/veterinaria	Vacuna antiaftosa	69	2.0	A
CARRAU	Bebidas	Vinos	23	0.6	A
RIVAS	Alimentos, insumos ind.	Almidón maíz	(Muy grande)	n.d.	A

1 A: Capital nacional privado; B: Capital nacional abierto (se negocia en la bolsa); C: Subsidiaria de empresa nacional; D: Subsidiaria de empresa multinacional; E: Empresa cooperativa

2 Empleados del Grupo al que pertenece la empresa.

Cuadro 5. Principales biotecnologías usadas por las empresas estudiadas.

Nombre empresa	Principales biotecnologías	En IyD	En prod.
Empresas con menos de 10 años de edad			
TECNOPLANT	Cultivo de tejidos vegetales	X	X
BIOMATRIX	Cultivo de tejidos vegetales	X	X
BIOPLANTA	Cultivo de tejidos vegetales	X	X
	Uso micorrizas	X	X
	Diagnósticos inmuno-enzimáticos	X	-
BIOS-CHILE	Híbridomas	X	X
	Ingeniería genética microorganismos	X	X
BIOTECNICA	Diagnósticos inmuno-enzimáticos	X	X
COS1	Cultivo de tejidos vegetales	X	X
ITANSA	Fermentaciones no convencionales	X	X
BIOGENETICA	Cultivo de tejidos vegetales	X	X
GENESIS	Cultivo de tejidos vegetales	X	X
SESAR	Cultivo de tejidos vegetales	X	X
	RLFP*	X	X
BIOAGRO	Cultivo de tejidos vegetales	X	X
Empresas establecidas			
ALMIDAR	Diagnósticos con sondas no radioactivas de ADN	X	-
PAUL	Tecnología de vacunas	X	X
	Transformación de plantas	X	-
AGROCERES	Cultivo de tejidos vegetales	X	X
	Mapeo genético-RLFP	X	-

Cuadro 5 (cont.).

Nombre empresa	Principales biotecnologías	En IyD	En prod.
COPERSUCAR	Mapeo genético-RLFP	X	-
	Transformación de plantas	X	-
	Fijación biológica nitrógeno	X	-
LEVAPAN	Técnicas enzimáticas p/prod. extractos de levadura	X	-
PALMATICA	Cultivo de tejidos vegetales	X	-
BIOQUIMEX	Cultivo de tejidos vegetales	X	X
SANTA ELENA	Tecnología de vacunas	X	X
	Diagnósticos inmuno-enzimáticos	X	-
	Hibridomas	X	-
	Ingeniería genética microorg.	X	-
CARRAU	Mejoramiento de levaduras	X	X
RIVAS	Cultivo de tejidos vegetales	X	X
	Técnicas enzimáticas	X	-
	Inoculantes/fijación biológica de nitrógeno	X	X

* Polimorfismos de fragmentos de restricción.
En negrita: biotecnologías nuevas.

Las biotecnologías utilizadas con más frecuencia son las relativamente más maduras, es decir, las modernas, tales como las técnicas de cultivo de tejidos vegetales y los diagnósticos inmuno-enzimáticos. Solo siete empresas utilizan biotecnologías nuevas, sobre todo en IyD, pues únicamente dos de ellas lo hacen en actividades de producción. El caso general es la explotación de tecnologías genéricas básicas, que son de carácter público y están ampliamente difundidas en la comunidad científica, como también se da en los países desarrollados (Pisano 1991).

En el caso de las empresas creadas para explotar alguna biotecnología, sólo dos de 11 utilizan biotecnologías nuevas, en su IyD y en su producción. Uno de los casos es una empresa del sector farmacéutico, que presenta un típico perfil de compañía de alta tecnología. La otra es una empresa cuya actividad principal es la investigación contratada. El resto de las empresas, con una

excepción, utilizan las técnicas de cultivo de tejidos vegetales, como empresas de propagación vegetal que son. Entre las empresas establecidas se identifica una proporción mayor (50%) de uso de biotecnologías nuevas, que en todos los casos son utilizadas exclusivamente en IyD. Solo la mitad de las empresas utiliza biotecnologías en la producción; todos estos casos corresponden a biotecnologías modernas. Claramente estamos ante un proceso muy reciente de incorporación de las biotecnologías en las operaciones de las empresas establecidas; sólo la mitad tiene productos o procesos en la fase de producción y comercialización.

La importancia de la biotecnología varía, al menos, en tres formas en las empresas estudiadas, lo que permite agruparlas en tres categorías. Un primer grupo son empresas que están esencialmente basadas en alguna biotecnología, es decir, cuyos procesos productivos principales y sus productos derivan directamente de la biotecnología.

Para un segundo grupo de empresas, la biotecnología tiene una importancia intermedia. Están basadas en procesos biológicos que pueden ser definidos como "biotecnologías tradicionales", p. ej., el fitomejoramiento, la producción de vacunas, las fermentaciones, todas tecnologías que son influenciadas en mayor o menor grado por las nuevas tecnologías. La relación directa de la biotecnología con sus procesos básicos lleva a estas empresas a interesarse en este campo. Este interés se manifiesta en la presencia de algún producto biotecnológico en su cartera de productos o en el desarrollo de actividades innovativas con biotecnologías.

Finalmente, hay un grupo de empresas para las cuales la biotecnología tiene un interés menor o más de largo plazo debido a que no afecta aún sus procesos productivos básicos. Ello se refleja en su reciente interés en ellas. Sin embargo, puede ser importante para alguno de sus insumos y para la racionalización de sus costos.

Investigación y Desarrollo

La importancia de la biotecnología para una empresa debería estar correlacionada con la importancia de sus actividades de innovación. Empresas de base tecnológica, cuyo desarrollo y desempeño dependen de la explotación eficiente que pueden hacer del dominio que tengan sobre alguna tecnología, requieren cierta capacidad de innovación para mantener su competitividad en un mundo caracterizado por un alto dinamismo tecnológico.

Un indicador parcial de la capacidad innovativa de una empresa está constituido por sus actividades de IyD, que se cuantificaron en términos del

porcentaje de las ventas que representa el gasto en IyD, el porciento del personal total dedicado a IyD y el número de proyectos de investigación. Estos indicadores se presentan en el Cuadro 6.

Los indicadores de la importancia de la innovación para las empresas creadas para explotar alguna biotecnología son, en general, altos. Un grupo de cuatro de ellas presentan perfiles similares a las empresas de biotecnología de países desarrollados, es decir, altos gastos de IyD, bajos niveles de ventas y altas proporciones de investigadores; una de ellas es una empresa de investigación contratada. Las empresas establecidas, en general, muestran valores menores de los indicadores de IyD utilizados.

Modelos de empresas que utilizan biotecnologías

La categorización de las empresas según la importancia que para ellas tiene la biotecnología coincide en un alto grado con su agrupación según el tipo de producto producido, su tamaño, la edad de la empresa y el nivel de IyD que realizan. Las empresas basadas en biotecnología son todas pequeñas o de tamaño intermedio, que producen insumos biológicos para la agricultura o industria, tienen un alto nivel de IyD y 10 o menos años de edad en el momento del estudio. Las empresas en las cuales la biotecnología tiene una importancia intermedia son todas empresas productoras de insumos establecidas, es decir, con más de 10 años de edad. Entre ellas hay empresas intermedias, grandes y muy grandes para las cuales la IyD es de importancia intermedia. Finalmente, las empresas en las que la biotecnología tiene una importancia menor son todas agroindustrias, productoras de alimentos para las cuales la IyD es de menor importancia. Entre ellas hay empresas de distinto tamaño, así como también una empresa de reciente creación. Esta coincidencia entre diferentes variables discriminatorias indica que se trata de grupos de compañías que comparten una lógica de funcionamiento determinada. Ello permite definir modelos o tipos de compañías que usan biotecnologías y que presentan un conjunto de características comunes. Así se definen los siguientes tres modelos o tipos de empresas que utilizan biotecnologías: nuevas empresas de biotecnología, empresas de insumos establecidas, y agroindustrias o empresas de productos de consumo masivo.

Nuevas empresas de biotecnología

El grupo de las empresas creadas a partir de 1980 para explotar alguna biotecnología está integrado por compañías que producen algún insumo para la agricultura, la industria o algún servicio. Es el grupo más homogéneo de los

Cuadro 6. Indicadores de la importancia de la IyD¹ en las empresas, 1990.

Nombre empresa	Gasto inv. % ventas	% personal en IyD	Número PHDs en inv.	Número proy. de IyD
Empresas con menos de 10 años de edad				
TECNOPLANT	n.d.	n.d.	0	1
BIOMATRIX	82.5	68	1	5
BIOPLANTA	35	58	6	8
BIOS-CHILE	45	46	7	10
BIOTECNICA	n.d.	25	2	2
COSI	5-10	11	(1)	5
ITANSA	4	0	0	1
BIOGENETICA	0	0	(1)	1
GENESIS	n.d.	30	(1)	0
SESAR	80	79	2	4
BIOAGRO	n.d.	20	(1)	3
Empresas establecidas				
ALMIDAR	1.4	0.05	2	1
PAUL	n.d.	0.01	2	2
AGROCERES	4.5	1.5	7	Alto
COPERSUCAR	1.3	47.3 ²	11	Alto
LEVAPAN	0.55	1.7	n.d.	5
PALMATICA	n.d.	2.3	3	Alto
BIOQUIMEX	n.d.	1.6	1	4
SANTA ELENA	10	7.2	n.d.	7
CARRAU	10	8.6	n.d.	2
RIVAS	n.d.	n.d.	n.d.	3

1 Todo tipo de investigación, inclusive en biotecnología

2 Empresa sólo con funciones de comercialización y asistencia técnica

() = Dirige investigación a dedicación parcial

tres. Las nuevas empresas de biotecnología (NEB) son todas, con dos excepciones que desaparecieron después de concluirse el estudio, pequeñas empresas, en diversos grados de consolidación de sus operaciones. La mayoría (siete de 10) son de capital nacional privado aportado por los socios, algunos vinculados familiarmente entre sí. Dos de las empresas son de capital mixto privado nacional e internacional y una de capital multinacional, es decir, una subsidiaria de una compañía multinacional activa en el país correspondiente.

Dos tipos de empresas componen a su vez este grupo. Las más frecuentes son las de propagación vegetal (ocho empresas). Es de destacar que únicamente una de ellas también realiza mejoramiento genético vegetal. Las menos comunes son las farmacéuticas y productoras de insumos para la industria (dos casos). El insumo más frecuentemente producido es, en consecuencia, material propagativo vegetal, es decir plántulas a partir de técnicas de cultivo de células o tejidos vegetales. La mayoría de las empresas de propagación suple la producción de cultivos de alto valor, generalmente de exportación, tales como ornamentales, flores y algunas frutas y hortalizas (espárragos, frambuesas, frutillas). Siguen los insumos para cultivos de exportación a gran escala (naranjas, bananos) y algunos cultivos industriales (agave para producción de tequila). Solamente existe un caso de un insumo para la producción de un producto de alimentación básica, como es la papa.

El caso más típico de NEB es la empresa creada por algún investigador o pequeño grupo de investigadores para explotar comercialmente el dominio que tiene o tienen sobre alguna tecnología genérica, como puede ser la micropropagación vegetal, las técnicas inmunológicas y, en un solo caso, la ingeniería genética. Este dominio fue desarrollado en algún trabajo previo, con frecuencia en organizaciones de investigación. Solo uno de los casos es una empresa creada por otra empresa, es decir, como consecuencia de una decisión gerencial. Un estudio similar realizado en una muestra de empresas de biotecnología del Brasil, que incluyó también empresas en otros sectores distintos al agrícola/agroindustrial coincide con este resultado (Cerantola 1991). Estamos ante una típica situación "schumpeteriana", análoga al proceso de creación de empresas de biotecnología que se vivió y se vive en EE. UU. y algunos otros países desarrollados a partir de 1971 (Kenney 1986b).

Desde su comienzo, estas empresas manufacturan y comercializan productos o servicios, es decir, parten de tecnologías más o menos maduras que pueden ser comercializadas rápidamente. En este aspecto se diferencian en forma fundamental de la típica NEB de Estados Unidos y otros países desarrollados, que son creadas como empresas de investigación para desarrollar algún concepto científico que ha surgido de la investigación básica (Smith y Fleck 1988; Pisano 1991). En contraste con las latinoamericanas, sus primeros años están dedicados a demostrar la factibilidad técnica del concepto y al desarrollo de productos comerciales, financiados con el capital de riesgo que han logrado atraer. Sólo en una segunda fase entran en la manufactura y la comercialización en sí de los productos desarrollados; ello frecuentemente es realizado por otras empresas por medio de licencias u otros mecanismos.

Empresas de insumos establecidas

El segundo grupo lo conforman seis empresas establecidas, productoras de algún insumo para otra actividad productiva, que tienen actividades en biotecnología. A la fecha de la realización del estudio (1991) habían estado

involucradas un promedio de 4.2 años con actividades en biotecnología. Podría tratarse en estos casos del inicio de un proceso de "biotecnologización" de las empresas (Avalos 1990), que pudiera llevarlas a reconvertirse en empresas basadas en esas tecnologías.

Este es un grupo de empresas más heterogéneo que el anterior. Hay un caso de empresa pequeña (menos de 50 empleados), dos de empresas medianas (entre 50 y 200 empleados), uno de empresa grande (entre 200 y 600) y dos de empresas muy grandes (más de 600 empleados). Las empresas de capital nacional privado nuevamente son las más comunes (4 de 6), y hay un caso de cada uno de los siguientes tipos de capital: nacional abierto (es decir se negocia en la bolsa de valores) y subsidiaria de conglomerado nacional.

Estas empresas habitualmente actúan en mercados de alta competencia, tanto nacionales como internacionales. Algunas exportan una proporción alta de su producción y otras dominan el mercado nacional. Su competencia directa con compañías multinacionales que son líderes mundiales en el desarrollo comercial de la biotecnología las obliga a interesarse en mayor o menor grado en este nuevo campo. Su posición competitiva a mediano plazo se ve amenazada por la introducción en el mercado de procesos y productos nuevos por parte de sus competidores más importantes.

Agroindustrias o empresas de productos de consumo masivo

Este grupo está integrado por cinco empresas de alimentos y bebidas y de alimentos animales, con interés en la biotecnología, cuyas características más importantes se presentan en el Cuadro 4. Dos son empresas pequeñas, una de ellas creada después de 1980 para explotar una tecnología desarrollada en la universidad. Las demás son muy grandes (más de 600 empleados), incluida la empresa cooperativa de los productores de azúcar del Estado de São Paulo en Brasil, una multinacional y una empresa de capital nacional privado. Estas empresas se involucran con la biotecnología debido a las amenazas indirectas a mediano o largo plazo que ella presenta para sus productos, principalmente por sustitución, o por las oportunidades que ofrece para mejorar productos y procesos.

3

CONSOLIDACION DE LAS NUEVAS EMPRESAS DE BIOTECNOLOGIA

Las empresas creadas a partir de 1980 para explotar alguna biotecnología inician un camino que busca, en primera instancia, su consolidación como empresas viables y rentables. Ese camino está determinado por la estrategia que se siguió para crear la empresa y, en particular, por la forma en que se financió su constitución. Como ya se señaló, estamos ante empresas que explotan tecnologías más o menos maduras; es decir, desde el comienzo manufacturan productos y los comercializan. En consecuencia, es importante analizar la estructuración de la producción y el mercadeo, pues determina las estrategias tecnológicas y, en particular, la innovación tecnológica. La organización de la empresas y la gerencia de su cultura empresarial es un aspecto adicional de importancia en esta consolidación, ya que constituye un factor determinante de su éxito.

Estrategias financieras

Las necesidades de financiamiento de las NEB son, fundamentalmente, de cuatro tipos:

- i. La inversión inicial en equipos e instalaciones.
- ii. El capital de trabajo para la producción y comercialización.
- iii. El financiamiento para el desarrollo de nuevos productos y procesos.
- iv. El capital para financiar la expansión de la empresa.

La información acerca de las estrategias de financiamiento utilizadas por cada una de estas necesidades se presenta en el Cuadro 7.

La inversión inicial

En seis de las 10 NEB el financiamiento de la constitución de la empresa fue asumido totalmente por los socios. Ello indica los niveles relativamente modestos de estas inversiones, que en muchos casos pueden ser realizadas con ahorros personales o de familiares y amigos.

Cuadro 7. Tipos de financiamiento utilizados por las NEB, 1990.

Nombre	Inversión inicial		Capital trabajo		IyD		Expansión					
	Aporte socios riesgo	Banca desarr.	Créd. comerc.	Auto-financ.	Créd. comerc.	Auto-financ.	Auto-financ.	Org. públ.	Reinv. utilid.	Aporte socios nuevos	Oferta públic. acciones	Banca desarr.
TECNOPLANT	X	No	X	No	n.d.	n.d.	X	No	X	No	No	No
BIOMATRIX	X	No	X	No	X	No	X	X	No	No	No	No
BIOPLANTA	X	No	No	No	X	X	X	No	No	No	No	No
BIOSCHILE	X	No	No	No	X	X	X	X	X	X	No	No
BIOTECNICA	X	No	No	X	X	No	X	X	No	No	Pla-nes	No
COS1	X	No	No	No	X	X	X	No	X	Pla-nes	Pla-nes	No
BIOGENETICA	X	No	No	No	X	n.d.	X	No	No	No	No	No
GENESIS	X	No	No	No	n.d.	n.d.	X	No	n.d.	No	No	X
SESAR	X	No	No	No	X	No	n.d.	n.d.	No	No	No	No
BIOAGRO	X	No	No	No	X	X	X	No	X	No	No	No

n.d. = no disponible

En cinco casos se utilizaron fuentes adicionales de financiamiento. La banca de desarrollo gubernamental financió parte de la constitución de tres empresas y solo en un caso se utilizó crédito comercial. El único caso claro de una participación de capital de riesgo es el de BIOGENETICA, que de hecho fue la primera empresa en acceder a un financiamiento de ese tipo mediante un fondo nacional creado por el gobierno, para estimular la creación de empresas de tecnología.

Para la constitución de la empresa BIOMATRIX se implementó una compleja estrategia de financiamiento. La empresa inicial, creada por dos investigadores, luego de varios intentos infructuosos logra la inversión de una empresa nacional grande, que se convierte en el socio mayoritario. Ese compromiso de una empresa sólida facilitó la obtención posterior de un crédito preferencial de un banco nacional de desarrollo. El ejemplo ilustra una alternativa promisoría: lograr el interés y la asociación de una empresa establecida y sólida por parte de empresarios noveles.

En la mayoría de los casos, el origen del financiamiento inicial de las NEB es nacional, con excepción de COS1, que tiene una proporción minoritaria del capital de origen extranjero, y de BIOPLANTA, que tenía inicialmente capital de una multinacional con una participación menor de una NEB estadounidense.

Las empresas que han logrado financiamiento de la banca de desarrollo o comercial han tenido dificultades para pagar este crédito, posiblemente debido a las condiciones de financiamiento, no adecuadas a un negocio de maduración con plazos medianos. Una situación análoga ocurrió en el caso de BIOPLANTA, constituida como subsidiaria de una multinacional, que tuvo dificultades en satisfacer los requerimientos de retorno a la inversión inicial de la empresa madre.

Este carácter conservador de las estrategias de financiamiento en la constitución de las NEB, más que una característica de los investigadores-empresarios refleja los criterios de financiamiento de los sistemas financieros de los países, poco acostumbrados a considerar emprendimientos de cierto riesgo en áreas no muy conocidas, como son las biotecnologías. No existen, por lo general, mecanismos comerciales de capital de riesgo, y las pocas experiencias del sector público en esta área son recientes.

La virtual inexistencia de capital de riesgo y la debilidad del financiamiento a largo plazo ponen en evidencia un problema de plazos en las expectativas de retorno de las inversiones en la Región. Tanto los bancos como los inversionistas esperan retornos a corto plazo, lo cual es lógico en economías que tienen alternativas de inversión muy rentables a plazos muy cortos. Solo personas directamente interesadas y que tienen un compromiso personal con los emprendimientos, como los socios de las NEB, aceptarán los largos plazos de maduración de la inversión asociados con este tipo de empresas.

El capital de trabajo

Este rubro fue mencionado sólo en pocos casos, posiblemente como reflejo de la facilidad de obtención de este tipo de financiamiento o sus limitadas necesidades. Cuatro empresas acuden a créditos comerciales para cubrir sus necesidades de capital de trabajo y siete indicaron que se autofinancian, al menos parcialmente, en este rubro. La prioridad de las empresas recién constituidas es fundamentalmente la generación de un flujo de caja suficiente para satisfacer las necesidades de capital de trabajo y los eventuales compromisos financieros que tengan. En la medida en que existan ventas o contratos firmes de compras será más fácil la obtención del capital de trabajo para mantener la producción. Con excepción de los casos de BIOMATRIX y BIOPLANTA, las empresas estudiadas han sido exitosas en generar rápidamente ingresos y, de esa forma, se les facilita la obtención del capital de trabajo requerido.

El financiamiento de la IyD

La IyD es una actividad con necesidades financieras especiales. La estimación de los requerimientos se dificulta por su incertidumbre intrínseca. Los riesgos son altos debido a la imposibilidad de garantizar el éxito técnico y comercial de la innovación buscada. Si una empresa determinada requiere un volumen de IyD elevado para establecer, mantener o expandir su competitividad, su financiamiento puede convertirse en un cuello de botella para su desarrollo. Esto es especialmente problemático para una empresa recién constituida que, para iniciar la producción y ventas, debe primero desarrollar o perfeccionar el concepto científico o tecnológico que pretende explotar.

La estrategia más común para financiar la IyD es la reinversión de los fondos generados por la producción y comercialización de productos, utilizada en siete casos. El autofinanciamiento limita, lógicamente, el nivel de inversión en IyD que puede realizarse, ya que está determinado por el nivel y monto absoluto de las utilidades operativas. Se presume que éstas son relativamente reducidas en las pequeñas empresas típicas de la muestra, con ventas entre US\$ 150 000 y 600 000, aunque hubiesen altos márgenes de utilidad operativa.

Sólo se identificaron dos casos en los que se financió IyD mediante aportes adicionales de capital. BIOS-CHILE aumentó su capital en dos oportunidades para financiar su IyD y otras operaciones. BIOPLANTA subsistió varios años, a pesar de pérdidas operativas; realizó IyD en un nivel significativo, mediante aportes de fondos de su casa matriz.

Cuatro casos han financiado parte de su IyD con fondos ofrecidos en programas de apoyo de investigaciones científicas y tecnológicas de organismos nacionales públicos y fundaciones privadas. Estos apoyos son financiamientos no reembolsables (*grants*) y generalmente son de pequeña magnitud. Esta estrategia es una forma de reducir los riesgos del desarrollo de nuevos productos

para la empresa. El acceso a estos fondos se facilita mucho para una empresa privada, dentro de las normativas comunes para el apoyo de investigación académica en los países de la Región, si se trata de un proyecto colaborativo con algún centro de investigación. Asociaciones de este tipo han sido utilizadas por BIOTECNICA y BIOS-CHILE.

La expansión de la producción

Para el año 1990, cuatro empresas habían aumentado su capacidad de producción. Tres empresas financiaron su expansión mediante la reinversión de utilidades. Dos de ellas son empresas de propagación vegetal, en las que la inversión requerida para ampliar la capacidad de producción es relativamente modesta (cámaras de flujo laminar, cuartos de crecimiento, invernaderos, etc.). La otra (BIOS-CHILE) recurrió a la ampliación del capital para financiar parcialmente la constitución de una subsidiaria comercializadora y para comprar nuevas facilidades físicas. Finalmente, GENESIS recurrió a la banca de desarrollo para financiar su rápida expansión, apoyada por contratos firmes de suministro de productos. Mientras se realizaba este estudio, algunas empresas enfrentaban la necesidad de expandirse; para ello estaban contemplando varias opciones financieras. BIOTECNICA tiene planes de obtener capital mediante la oferta pública de acciones para el año 1993 y COS1 contempla acudir a mecanismos de financiamiento similares existentes en Costa Rica.

Producción y comercialización

Las características de la producción y mercadeo de las NEB están determinadas en gran medida por los mismos procesos, el tipo de productos y las características de los mercados, entre los factores más importantes intrínsecos a la industria de biotecnología. En el Cuadro 8 se presentan algunas características de la producción de las NEB, tales como el tamaño inicial de las instalaciones productivas, el tipo de actividades productivas, el número de productos, el volumen de producción por producto y la importancia del control de calidad.

El tamaño de las instalaciones iniciales de las empresas fue en la mayoría de los casos (siete de 10) relativamente pequeño. En el caso de las empresas de propagación vegetal, esto representa capacidades de producción de menos de un millón de plantas/año. Cuatro empresas decidieron iniciarse con instalaciones grandes, que en el caso de las empresas de propagación corresponde a más de dos millones de plantas/año. Esta diferencia en el dimensionamiento inicial de la producción indica la existencia de dos tipos de estrategias básicas en cuanto a la producción; una estrategia cauta inicia operaciones con instalaciones modestas, mientras que la otra, más ambiciosa, parte desde el comienzo con capacidades mayores.

Cuadro 8. Algunas características de la producción de las NEB, 1990.

Nombre	Tamaño inicial instalaciones	Tipo de actividad productiva	N° de prod.	Vol. de prod. más import.	Importancia del control de calidad
TECNOPLANT	Pequeño	Manufactura/Servicios	5	Bajo	Alto
BIOMATRIX	Grande	Manufactura	3	Alto	Alto
BIOPLANTA	Grande	Manufactura/Servicios Distribución	6	Alto	Alto
BIOS-CHILE	Pequeño	Manufactura/Distribución	6	Bajo	Alto
BIOTECNICA	Grande	Manufactura/Distribución	3	Bajo	Alto
COSI	Pequeño	Manufactura/Servicios Integr. vert.	7-10	Alto	Alto
BIOGENETICA	Grande	Manufactura/Integr. vertical	5	Bajo	Alto
GENESIS	Pequeño	Manufactura	3	Alto	Alto
SESAR	Pequeño	Manufactura/Servicios	4	Bajo	Alto
BIOAGRO	Pequeño	Manufactura/Servicios	9	Bajo	Alto

Es interesante notar que todas las empresas que presentan crecimiento en sus operaciones (TECNOPLANT, BIOS-CHILE, COS1, GENESIS, BIOAGRO) partieron de infraestructuras de producción pequeñas y modestas, que fueron ampliando según las necesidades del mercado. En el caso de GENESIS existe incluso un acuerdo con otra empresa para utilizar sus instalaciones. La estrategia de crecer progresivamente en la medida en que se desarrolle el mercado se facilita por la posibilidad de expansión modular que ofrecen los procesos utilizados. En cambio, las empresas que no presentan crecimiento o que inclusive cerraron después de la realización del estudio, partieron de instalaciones más ambiciosas y de mayores dimensiones.

En cuanto al tipo de actividades productivas, cuatro de las empresas (todas de propagación vegetal) limitan su actividad a la manufactura. El resto de las empresas combina la manufactura con la prestación de servicios o la distribución de productos de otras compañías. Inclusive hay una empresa (BIOPLANTA) que realizaba las tres actividades productivas. Es decir, las estrategias de producción son flexibles e incluyen distintos tipos de actividades. Ello puede ser una exigencia asociada a la temprana fase de desarrollo de las empresas que les impone generar rápidamente flujos de efectivo para financiar la IyD y el crecimiento, por lo que deben aprovechar todas las oportunidades de ingresos que se presentan. El tipo de tecnología y la infraestructura de producción de las empresas de propagación vegetal y farmacéuticas permiten esa flexibilidad.

La diversificación en cuanto a actividades productivas se extiende en el caso de algunas empresas de cultivo de tejidos vegetales a la integración vertical de las operaciones. Las empresas COS1 y BIOGENETICA no sólo producen material propagativo, es decir insumos para la producción agropecuaria, sino también productos finales, es decir matas en maceta o flores cortadas, por ejemplo.

En el caso de las empresas basadas en el cultivo de tejidos vegetales, los procesos exigen instalaciones y equipamiento de un nivel de sofisticación y costo relativamente bajo, que incluso en muchos casos puede ser fabricado localmente. La escala de producción no es un factor determinante de costos, los cuales corresponden básicamente a personal y, en algunos casos, a energía. Generalmente se requiere generalmente espacio abundante, es decir, invernaderos y campos de producción agrícola. Un factor muy importante es que la misma infraestructura pueda ser utilizada para la producción de una gran variedad de productos.

La flexibilidad de las NEB se confirma con los datos sobre número de productos. Seis empresas tiene carteras con más de cinco productos, lo cual es

una cifra alta para empresas pequeñas. BIOMATRIX es la única especializada en un producto, pues se creó para producir semilla de papa; si bien posteriormente inició una estrategia de diversificación, ésta no fructificó.

Una cartera de productos diversificada no significa que no pueda haber concentración de la producción en un bajo número de productos. Dos casos presentan esta situación pues, a pesar de que tienen muchos productos, concentran su producción principalmente en uno. Se trata de productos "estrella", que son explotados preferentemente. Un caso similar es el de GENESIS, que también tiene un producto estrella, aunque no cuenta con muchos productos.

El control de calidad es importante para todas las empresas. Se trata en los 10 casos de insumos biológicos para la producción agrícola, que deben cumplir con estrictos requisitos de calidad, tales como estabilidad genética, limpieza de enfermedades y parásitos, en el caso de materiales propagativos, y confiabilidad de resultados, estabilidad y precisión en los productos veterinarios. La importancia de la calidad reafirma el papel central que desempeña la tecnología y su dominio en las operaciones de estas empresas.

En el Cuadro 9 se resume la información sobre la función de comercialización en las NEB estudiadas. Se presentan datos sobre el tipo de mercadeo, el número de clientes, la importancia del apoyo posventas, el porcentaje de las ventas que se exporta y el número de alianzas con otras empresas para la comercialización de productos.

Las estrategias de mercadeo utilizadas por las empresas son de dos tipos básicos. El grupo mayoritario de empresas (nueve de 10) comercializa directamente sus productos y servicios al cliente. En el caso de las empresas de propagación vegetal pequeñas, los directivos realizan personalmente la gestión de mercadeo, debido a la importancia de la confianza del cliente en la calidad y capacidad técnica de la empresa para la venta. Por ello se asocia a esta gestión la asistencia técnica, que es la práctica habitual de todas estas empresas.

Las empresas farmacéuticas y de insumos industriales, en cambio, tienen una relación indirecta con los usuarios de sus productos, que son principalmente médicos, laboratorios clínicos, veterinarios, etc. El mercadeo se realiza mediante estructuras o canales de comercialización, constituidos por personal o empresas especializadas en ventas. Las dos empresas de este tipo en la muestra optaron por desarrollar mecanismos de este tipo propios, decisión que en el caso de una de las empresas fue tomada luego del fracaso de un intento de realizar la comercialización por medio de otra empresa. En ambos casos no se suministra apoyo posventas. En las empresas de micropropagación, la frecuente necesidad de producir estos insumos en estrecha coordinación con la siembra obliga a una

producción por contrato. Esto también implica una comercialización directa. Esta es la modalidad dominante en firmas como TECNOPLANT, BIOMATRIX, BIOPLANTA, COS1, BIOGENETICA, GENESIS y BIOAGRO.

Cuadro 9. Algunas características de la comercialización de las NEB, 1990.

Nombre	Forma mercadeo	Número clientes	Apoyo posventas	% export.	Número alianzas
TECNOPLANT	Directo	Bajo	Sí	10	0
BIOMATRIX	Directo	Bajo	n.d.	0	(1)
BIOPLANTA	Directo	Bajo	n.d.	0	0
BIOS-CHILE	Indirecto.	Alto	No	40	0
BIOTECNICA	Indirecto.	Bajo	No	30	1
COS1	Directo	Bajo	Sí	Alto	2
BIOGENETICA	Directo	Bajo	Sí	90	0
GENESIS	Directo	Bajo	Sí	0	0
SESAR	Directo	Bajo	Sí	90	0
BIOAGRO	Directo	Bajo	Sí	Bajo	0

() = Proyecto

n.d. = no disponible

De acuerdo con el tipo de demanda, puede haber dos estrategias alternativas que, si bien no son excluyentes, pueden ser preferidas por algunas empresas de propagación. En un caso, puede trabajarse con pocos clientes que tengan demandas grandes, como sucede en las empresas GENESIS, BIOPLANTA, BIOMATRIX y COS1, por ejemplo, o alternativamente cubrir mayor número de clientes con demandas menores, como es el caso de TECNOPLANT, BIOAGRO y BIOGENETICA.

De la contratación de la producción de materiales propagativos no hay mucho trecho para llegar a la investigación contratada, que en esta industria se refiere generalmente al desarrollo de un nuevo protocolo de propagación vegetal. Como ya se vio, seis de esas empresas, además de producir insumos agrícolas ofrecen servicios. Pero únicamente en el caso de SESAR estamos ante una empresa especializada en esta actividad, con capacidades de investigación avanzada en mejoramiento genético vegetal.

Siete de las 10 empresas estudiadas exportan parte de su producción. Esta actividad es importante para cinco de ellas, pues abarca más del 30% de la producción de cada empresa. Son tanto empresas farmacéuticas como empresas de propagación y de genética vegetal. Dos empresas están orientadas principalmente al mercado exterior, pues exportan el 90% de su producción. El acceso a los mercados internacionales se logra en dos casos mediante alianzas o emprendimientos conjuntos con empresas localizadas en el país al que se exporta.

Una estrategia de comercialización utilizada por dos empresas es la constitución de subsidiarias comercializadoras. BIOPANTA creó una empresa para distribuir y comercializar semillas de hortalizas y BIOS-CHILE creó una para canalizar sus exportaciones hacia EE. UU.

El análisis de las estrategias de comercialización permite deducir que en muchos casos estamos ante mercados nichos, es decir, relativamente pequeños y con altas barreras a la entrada, en los cuales las empresas tienen una posición monopólica. La necesidad de coordinar con el cliente el suministro del producto, así como también la importancia de la asistencia técnica, genera relaciones estrechas de confianza cliente-empresa, que constituye una formidable barrera a la entrada de competidores.

Estrategias tecnológicas

Con el objetivo de caracterizar en mayor detalle el papel de la tecnología y determinar cómo se la aplica en estas empresas, se recopiló información acerca del origen de las tecnologías utilizadas, la forma de desarrollar la IyD, las estrategias de protección de la competitividad tecnológica y la actualización o monitoreo de los desarrollos científicos y tecnológicos. Si bien se trata de empresas creadas para explotar una determinada tecnología, su consolidación y crecimiento posterior no necesariamente tiene que basarse en una estrategia de innovación tecnológica. Una empresa que opera en un nicho de mercado con alguna protección segura, por ejemplo, que le garantiza un cierto monopolio por algún tiempo, puede no tener incentivos para mantener una alta tasa de innovación tecnológica.

La situación de partida de cualquier empresa es el dominio de la tecnología básica de su actividad productiva. Ella se compone de una o varias tecnologías genéricas, así como también de tecnologías específicas de productos y procesos. El dominio sobre la tecnología le permitirá lograr los niveles de productividad y de calidad requeridos para consolidarse en un mercado determinado, e iniciar un proceso de innovaciones si así lo exigen las condiciones. Para ello debe contar con capacidades de ingeniería, de mercadeo, de administración y

gerencia, pero no necesariamente de IyD. Estas últimas se requerirán cuando se inicien estrategias más agresivas de innovación tecnológica, es decir, cuando la empresa escoja competir o crecer con base en mejoras en la calidad y la productividad, o en la introducción de nuevos productos.

La capacidad innovativa que requiere una empresa puede estar en otras organizaciones y puede ser lograda mediante colaboraciones, IyD contratada, compra o licenciamiento de tecnología u otras vías. Otra alternativa es el desarrollo de una capacidad propia de IyD, que puede ser realizada con distintos grados de formalidad. En un extremo está el caso de la empresa que cuenta con investigadores a tiempo parcial, que también se dedican a otras actividades (control de calidad, apoyo a producción, relaciones con el gobierno, etc.) dentro de la empresa, típico de compañías pequeñas que no tienen los recursos necesarios para mantener una IyD permanente. En el otro extremo se encuentra la unidad de IyD especializada, que puede inclusive ser un centro de investigación más o menos independiente de la empresa madre.

La innovación en biotecnología moderna todavía está estrechamente asociada a la investigación científica pre-competitiva e incluso básica. Se trata de un conjunto de tecnologías en un estado temprano de desarrollo, todavía no claramente consolidadas en trayectorias de desarrollo dominantes. Existen alternativas técnicas disponibles para las operaciones básicas que compiten entre sí en cuanto a eficiencia, costos y otros factores. Así, en el campo de los diagnósticos, por ejemplo, se ofrecen técnicas inmuno-químicas, de hibridación de ácidos nucleicos, de amplificación de genes, que tienen distintas ventajas y desventajas para una misma aplicación o uso. De la investigación científica básica continuamente surgen nuevos descubrimientos e inventos que modifican en forma radical las posibilidades de determinadas biotecnologías.

Eso significa que la empresa que quiera incursionar en este campo debe prestar especial atención al monitoreo y seguimiento de los avances científicos y tecnológicos, ya que de ellos pueden surgir tecnologías que afecten profundamente su competitividad e inclusive su viabilidad. Para ello, se ofrecen varias alternativas pero todas suponen un sólido conocimiento de los principios y conceptos básicos involucrados. La capacidad de realizar IyD precompetitiva o de acceder a ella es un indicador del dominio de la base científica requerida.

El origen de la tecnología

La tecnología explotada por una determinada empresa puede tener distintos orígenes, tales como el desarrollo propio, la compra, el licenciamiento, o puede ser del dominio público. En todos esos casos, la empresa deberá disponer de personas en posiciones directivas que tengan un conocimiento profundo de la

ciencia o las tecnologías básicas involucradas, lo cual permitirá tomar las decisiones necesarias.

La información sobre el origen de la tecnología que explota la empresa se presenta en el Cuadro 10. Se distingue allí entre el origen de la capacidad tecnológica básica (y conocimientos científicos correspondientes), es decir, el dominio sobre la tecnología genérica que se explota (p. ej. tecnología de cultivo de tejidos vegetales y conocimientos de fisiología vegetal correspondientes), y la tecnología específica de productos y procesos iniciales de la empresa (p. ej. protocolo de micropropagación de una especie determinada).

En cuanto al origen de la tecnología genérica, en ocho de los 10 casos ésta se obtuvo en actividades previas de IyD realizadas por el empresario/fundador o los socios/fundadores. En cuatro casos esas actividades se realizaron en la universidad u otra organización de investigación del sector público y en tres de ellos en otras organizaciones del sector privado. Se destaca también el hecho de que en cuatro casos el empresario tenía experiencia en empresas similares previas, lo que indudablemente permitió un proceso de aprendizaje importante. Una situación distinta se presenta en el caso de empresas creadas por procesos de carácter más burocrático, es decir, la implementación de una decisión de alguna empresa; la empresa se crea y se contrata el personal directivo con el conocimiento requerido.

La tecnología específica, en cambio, en la mayoría de los casos (ocho de 10) se desarrolló, al menos parcialmente, en la empresa, es decir, allí se preparó el diseño del proceso o producto y, principalmente, el escalamiento comercial de resultados de laboratorio. Es común entre las NEB estudiadas la aplicación, a escala comercial, de procesos más o menos desarrollados a nivel de laboratorios de otra institución; algunas veces de manera personal por el fundador de la empresa en un empleo anterior. Al menos cuatro casos son de este tipo. Estas tecnologías son, en tres casos, del dominio público.

Técnicas como el cultivo *in vitro* de tejidos vegetales y la producción a escala comercial de anticuerpos tienen un amplio potencial para ser aplicadas a diferentes cultivos, o para desarrollar diferentes anticuerpos de distintos usos. Un problema fundamental de esas empresas, desde el punto de vista tecnológico, será el desarrollo de productos específicos, por un lado, y el escalamiento industrial de los procesos para obtenerlos, por el otro. Se trata básicamente de actividades que, más que de investigación, son de desarrollo experimental y de ingeniería.

Cuadro 10. Origen de la tecnología de las NEB.

Nombre	Tecnología genérica	Tecnología específica de productos y procesos
TECNOPLANT	IyD en sector público	Desarrollo propio
BIOMATRIX	Personal contratado	Dominio público y desarrollo propio (escalamiento de procesos)
BIOPLANTA	Personal contratado	Aporte de socio (parcial), dominio público y desarrollo propio (escalamiento de procesos)
BIOS-CHILE	IyD en universidad. Experiencia en empresa similar de un socio	Desarrollo propio (adaptación a mercado local)
BIOTECNICA	IyD (un socio)	Desarrollo propio
COS1	IyD en universidad y experiencia en empresa previa	Desarrollo propio
BIOGENETICA	IyD en universidad y experiencia en empresa previa	Dominio público y desarrollo propio (escalamiento de procesos)
GENESIS	IyD en empresa priv. y experiencia en empresa previa	Licencia de centro de investigación nacional
SESAR	IyD en empresa privada	Desarrollo propio
BIOAGRO	IyD en centro de investigación privado	Dominio público y desarrollo propio(escalamiento de procesos)

Una empresa de México se inició con tecnología de productos desarrollada en otra organización, a la que accedió por licenciamiento. Solo se presentó un caso en la muestra de aporte de una tecnología específica de producto por parte de uno de los socios fundadores (una empresa).

En este análisis del origen de la tecnología se destaca la importancia del innovador/empresario en la creación de empresas de base tecnológica. Se trata de personas que explotan comercialmente el dominio de una tecnología genérica logrado en otra organización, o –un caso menos frecuente–, una tecnología específica desarrollada en otra parte. Este dominio se desarrolló realizando IyD en empleos anteriores, con frecuencia en organizaciones académicas. Se confirman de esta forma conclusiones similares de otros investigadores, como, por ejemplo, estudios realizados sobre empresas surgidas de centros de investigación de EE. UU. (Roberts 1991).

La innovación tecnológica

Una vez creada la empresa hay diferentes alternativas para desarrollar y mantener la capacidad de innovación tecnológica requerida. Una primera alternativa es acceder a innovaciones alcanzadas en otras partes mediante compra, licenciamiento u otra forma. En segundo lugar, las capacidades de IyD de otras organizaciones pueden ser utilizadas por colaboraciones o contratos. Finalmente, pueden desarrollarse capacidades propias, que tendrán la forma de actividades de IyD más o menos formalizadas, permanentes y sistemáticas. En el Cuadro 11 se presenta esa información sobre las NEB estudiadas.

La opción de transferencia de tecnología no es frecuente en esta muestra. Solo se presenta un caso de una empresa (GENESIS), que basa su capacidad innovativa en esa estrategia. Tiene una estrategia explícita y sistemática de identificar, localizar y licenciar desarrollos interesantes en otras organizaciones, principalmente en centros de investigación públicos, reconociendo su valor comercial para el propietario. La condición para la viabilidad de esta estrategia es, naturalmente, la disponibilidad en el país, y quizá en otros, de las capacidades científicas y tecnológicas y de las tecnologías requeridas. Es más frecuente la utilización de capacidades de IyD de otras organizaciones mediante colaboraciones o contratos. Entre las empresas integrantes de la muestra se detectaron tres casos que utilizan significativamente esta opción (BIOS CHILE, BIOTECNICA, BIOGENETICA), todos de investigación colaborativa con organizaciones académicas. El uso de capacidades ajenas se combina con IyD propia.

Cuadro 11. Actividades de innovación tecnológica de las NEB, 1990

Nombre	Transf. tecnol.	Alianzas	Utilización capacidades ajenas de IyD			Uso capacidad propia		
			Tipo acceso	Objetivo	Orient.	Grado form. IyD	Objet. IyD	Orient. IyD
TECNOPLANT	No	2 y (1)	No	-	-	Bajo	Des. prod.	Aplicada
BIOMATRIX	No	1	No	-	-	Alto	Des. prod.	Aplicada
BIOPLANTA	Import. menor	1	No	-	-	Alto	Des. prod.	Aplicada
BIOS-CHILE	n.d.	Interés	Sí	n.d.	n.d.	Alto	Des. prod.	Aplicada
BIOTECNICA	No	No	Colab. con univer.	Des. prod.	Aplicada	Interm.	Apoyo prod.	Aplicada
COS1	No.	1 y (1)	No	-	-	Bajo	Des. prod.	Aplicada
BIOGENETICA	No	(2)	Colab. con univer.	Des. prod.	Aplicada	Bano	Escalam. procesos	Aplicada
GENESIS	Licencia	1	No	-	-	No	-	-
SESAR	Sí	No	No	-	-	Interm.	Des. prod.	Aplicada
BIOAGRO	No	No	No	-	-	Bajo	Des. prod.	Aplicada

Una forma de desarrollar innovaciones es el emprendimiento conjunto. En ese tipo de convenios, que pueden ser de mayor o menor formalidad, los socios realizan IyD en forma conjunta y comparten los riesgos de la innovación. También, generalmente, complementan fortalezas y capacidades científicas o tecnológicas. El interés en esa modalidad es alto en la muestra estudiada, pues siete empresas tienen arreglos o proyectos de esta naturaleza.

TECNOPLANT utiliza esa alternativa como forma de realizar su IyD, es decir, el desarrollo de nuevos protocolos de propagación es un emprendimiento en el que se comparten riesgos con el cliente que así lo solicita. Esta empresa también trató de establecer un emprendimiento conjunto con BIOMATRIX en el marco del Centro Argentino-Brasileño de Biotecnología (CABBIO), iniciativa que no fructificó por falta de financiamiento. BIOPLANTA se asoció con un grupo económico nacional para desarrollar mercados de punta, para lo cual creó una empresa conjunta.

COS1 busca activamente este tipo de alianzas. Al momento del estudio tenía una negociación muy avanzada con una compañía de EE. UU., emprendimiento que sería financiado por la cooperación técnica de ese país. Su producto y mercado principal fue, por otro lado, desarrollado por medio de un emprendimiento con una asociación de productores. BIOGENETICA tiene un emprendimiento conjunto con una compañía centroamericana dirigido a desarrollar una línea de productos nuevos, apoyado por una agencia de cooperación técnica europea. Finalmente, GENESIS y BIOGENETICA tienen una alianza con un fuerte componente de tipo tecnológico.

La estrategia más común es desarrollar capacidades propias de IyD. Con una excepción, todas las empresas realizan IyD propia, con diferentes grados de formalización. De las nueve empresas que realizan internamente IyD, cuatro presentan grados de formalización bajos. Se trata de empresas de propagación vegetal que realizan IyD dirigida a resolver problemas de producción, cuando se requiere, o eventualmente a desarrollar un nuevo producto cuando así lo exige el mercado. El personal que realiza investigación es flexible y participa en otras tareas como, por ejemplo, control de calidad, asistencia técnica a clientes, etc.

Las cinco empresas que presentan grados de formalización intermedios o altos de su IyD son: dos empresas de propagación vegetal, que ya no existen, una de investigación contratada en el área vegetal y dos farmacéuticas. Fueron creadas con una actividad de IyD inicial mucho más voluminosa y formal que las demás. Invierten porcentajes significativos de sus fondos en IyD, y cuentan con departamentos especializados para ello. Las dos empresas que no realizan investigación propia son una muy joven, en pleno proceso de consolidación de sus operaciones productivas, y otra más o menos consolidada, con pocos requerimientos en cuanto a innovación tecnológica se refiere.

Toda la IyD que realizan estas NEB es de orientación aplicada, dirigida al desarrollo de nuevos productos, y de apoyo a la producción. Su pequeño tamaño o el grado incipiente de su consolidación impide incursionar en investigación de orientación pre-competitiva.

La compra o licenciamiento de un producto ya desarrollado debería ser una alternativa atractiva debido a los bajos riesgos involucrados, pues la viabilidad técnica del producto o proceso ya está demostrada. La baja proporción de este tipo de casos quizá refleje la escasez de desarrollos comercialmente explotables en centros de investigación académicos o públicos. Alternativamente, la contratación del desarrollo de un producto por parte de una empresa a un centro de investigación desde cero es riesgoso, por no existir garantías del éxito del emprendimiento. Supone una gran confianza del contratista en el centro de investigación, que generalmente se basa en el conocimiento personal de las personas clave. No fueron detectados casos de este tipo de relaciones entre NEB y centros de investigación.

La preferencia por IyD propia puede reflejar la falta de organizaciones de IyD con pericia en los campos de acción de las empresas. Seguramente también refleja las dificultades objetivas de relacionamiento y coordinación que existen en la IyD contratada o colaborativa. Pero, en definitiva, es indicativa del tipo de innovaciones que desarrollan estas empresas. La mayoría explota tecnologías del dominio público, publicadas en la literatura científica, como es el caso de muchos protocolos de micropropagación vegetal, pero que requieren ser escalados y adaptados a condiciones y requerimientos específicos. Los problemas derivados del escalamiento industrial de algún proceso desarrollado a nivel de laboratorio sólo pueden ser resueltos por la propia empresa, ya que incluyen el desarrollo del dominio sobre la tecnología de producción, por medio del aprendizaje que realiza el personal directamente involucrado.

La protección de la tecnología

Ninguno de los países incluidos en este estudio contaba con sistemas fuertes de protección de la propiedad intelectual al momento de realizar la investigación (patentamiento de productos farmacéuticos, de microorganismos y seres vivos en general, por ejemplo) (OMPI 1989). El hecho de que fueran creadas estas empresas de base tecnológica en esos países significa que la protección legal de la propiedad de la tecnología no fue considerada un elemento esencial. Sin embargo, la información recogida sobre este aspecto, presentada en el Cuadro 12, sugiere que la protección legal es un elemento aprovechado cuando es posible hacerlo. Solo una empresa tenía patentes sobre desarrollos propios, pero estaban en proceso de tramitación tres más. SESAR protege sus variedades vegetales en Europa mediante certificados de propiedad de variedades vegetales.

Cuadro 12. Uso de protección de la propiedad intelectual por las NEB, 1990.

Nombre	Patentes	Otros medios de protección
TECNOPLANT	No	No
BIOMATRIX	No	No
BIOPLANTA	No	No
BIOS-CHILE	1 y otra en trámite	No
BIOTECNICA	En trámite	No
COS1	No	No
BIOGENETICA	No	No
GENESIS	No	Licencia de tecnología no patentada
SESAR	En trámite	Certificado de protección varietal (en Europa)
BIOAGRO	No	No

La imposibilidad legal de protección de alguna de las tecnologías que explota la empresa en su país fue señalada por varias compañías como la razón de no patentar o proteger de otra forma. Sin embargo, las características de los mercados y la posición competitiva de las empresas en ellos, puede ser otro factor que incida en la propensión e interés por patentar. Si la empresa tiene una posición monopólica y no hay competencia en el país, tendrá pocos incentivos para buscar una protección fuerte de sus tecnologías.

Actualización y monitoreo de la tecnología

La información sobre nuevos desarrollos científicos y tecnológicos en el campo de acción de la empresa, así como también la referente a desarrollos comerciales derivados de ellos, resulta fundamental para el éxito de las NEB. Una forma efectiva de disponer de esta información es realizar IyD de una forma u otra y, particularmente, investigación pre-competitiva. Otras alternativas son también importantes, como se muestra en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Mecanismos de actualización y monitoreo tecnológico utilizados por las NEB, 1990.

Nombre	Personal en organización académica	Relaciones informales con organizaciones académicas	Visitas a centros o empresas	Participación asociaciones técnicas o gremiales
TECNOPLANT	No	n.d.	n.d.	Sí
BIOMATRIX	No	Sí	n.d.	Sí
BIOS-CHILE	Sí	Sí	n.d.	No
BIOTECNICA	n.d.	n.d.	n.d.	No
COS1	Sí	Sí	Sí	n.d.
BIOGENETICA	Sí	Sí	n.d.	Sí
GENESIS	No	n.d.	n.d.	n.d.
SESAR	No	Sí	Sí	Sí
BIOAGRO	No	No	Sí	n.d.

La actualización y monitoreo de la tecnología es, generalmente, un proceso informal, aun en las empresas más grandes y consolidadas. En tres casos (BIOS-CHILE, COS1 y BIOGENETICA), personal de la empresa sigue vinculado a IyD en organizaciones académicas. Inclusive se trata de personal directivo, que de esa forma se mantiene actualizado en su campo de interés.

Las relaciones informales con centros de investigación es otra estrategia común. Empresas como BIOGENETICA, GENESIS, COS1, BIOS-CHILE y SESAR mantienen relaciones de este tipo, facilitadas por la actividad de los investigadores-empresarios que aún conservan cargos en el ámbito académico o mantienen relaciones de colaboración con sus antiguas organizaciones. Ellas incluyen aceptación de estudiantes que preparan tesis de grado, intercambio de información y materiales, asistencia técnica puntual, participación en talleres o seminarios, uso de bibliotecas, etc. Los viajes y visitas a empresas similares o centros de investigación son utilizados en forma sistemática por COS1, BIOAGRO y SESAR. BIOPLANTA, por otro lado, tenía una explícita política de puertas abiertas para la academia. La activa participación en asociaciones técnicas o gremiales es otra vía que se utiliza, como lo demuestran TECNOPLANT, BIOGENETICA, SESAR y BIOMATRIX.

En conclusión, estamos ante empresas abiertas a su entorno científico-tecnológico y bien relacionadas con él. Esas relaciones constituyen un elemento esencial de las estrategias de innovación de la empresa, pues permiten satisfacer a muy bajo costo sus requerimientos de actualización y monitoreo científico-tecnológico. Suponen la existencia de una comunidad científico-tecnológica

mínima en el país donde opera la empresa o la posibilidad de relacionarse con ella en el exterior.

Gerencia de la cultura empresarial

La gerencia de la cultura empresarial, es decir, de la organización, la administración y desarrollo del personal, del proceso de toma de decisiones, de las relaciones y comunicaciones internas, etc. constituye un elemento clave en el logro de la innovación y la calidad. Las estrategias específicas que se siguen pueden deducirse de algunas características básicas de la gerencia que se presentan en el Cuadro 14. En particular, se presenta información acerca de quién ejerce la gerencia, cómo es la organización y el proceso de toma de decisiones en el ámbito técnico, es decir, el estilo gerencial en general, y como se planifica en la empresa.

Dirección/gerencia

La mayoría de las empresas (ocho de 10) eran dirigidas y administradas por sus dueños, generalmente el investigador/empresario fundador de la empresa o alguno de los socios, como es de esperar en empresas creadas para explotar la pericia personal en una tecnología determinada. La excepción son los casos de BIOPANTA y BIOMATRIX (ambas cerradas), que contaban con personal contratado como directivos/gerentes.

En el caso de los investigadores/empresarios, y quizá también en el de los directivos contratados, donde no conocemos su formación profesional, se trata de personas cuya formación y experiencia principal se inscriben en el ámbito tecnológico, y que sólo posteriormente desarrollan las habilidades y conocimientos, en los ámbitos administrativos, financieros, legales y de manejo de personal, requeridas en su función directiva y gerencial. Existen evidencias de que este proceso de aprendizaje es dificultoso y caro. Los investigadores/empresarios de tres de las empresas estudiadas participaron en anteriores empresas de biotecnología fallidas.

El alto nivel de educación formal (Maestría o Doctorado) de muchos de los investigadores/gerentes, así como también su extracción académica, puede traducirse en una gerencia de alta sofisticación y calidad si quien ocupa este cargo sabe aprovechar los recursos que se ofrecen en tal sentido.

Cuadro 14. Algunas características de la gerencia de la cultura empresarial en las NEB, 1990.

Nombre	Dirección/ gerencia	Estructura y asignación de funciones	Niveles jerarq.	Toma de decisiones técnicas	Planificación
TECNOPLANT	Dueños	Sencilla/flexible	2	n.d.	Informal
BIOMATRIX	Personal contratado	Funcional n.d.	3	n.d.	Planes iniciales, luego informal
BIOPLANTA	Personal contratado	Funcional y disciplinaria	n.d.	Participativo* científico	Planes iniciales, detallados luego informal
BIOS-CHILE	Dueños	Funcional y disciplinaria n.d.	3	Participativo "científico"	Formal
BIOTECNICA	Dueños	Funcional y por prod. n.d.	3	n.d.	Planes iniciales, luego informal
COSI	Dueño	Funcional/Flexible	2	Personalizado	Informal
BIOGENETICA	Dueño	Funcional	2	Personalizado	Informal
GENESIS	Dueño	Funcional/Flexible	n.d.	Participativo	Formal
SESAR	Dueños	Funcional/Fija	2	Participativo	Informal
BIOAGRO	Dueño	Funcional/Flexible	3	Personalizado	Informal

* Al inicio, en última fase más burocratizada

Modelos organizativos y estilos gerenciales

La estructura organizativa, la asignación de funciones, el número de niveles jerárquicos y el proceso de toma de decisiones técnicas son indicadores del modelo organizativo y del estilo gerencial de una empresa. Para una empresa de base tecnológica es importante establecer un estilo de trabajo que permita aprovechar al máximo las capacidades técnicas y que fomente una actitud innovadora y de valoración de la calidad en el personal. Ello generalmente implica la participación del personal en las decisiones de tipo técnico relacionadas directamente con su trabajo, como pueden ser la solución de problemas de producción y mantenimiento, la selección de estrategias de investigación, el mejoramiento de procesos y productos, etc. En ese sentido pueden distinguirse al menos dos modelos en la muestra de empresas estudiadas.

En primer lugar, están las pequeñas empresas con requerimientos de IyD eventuales y de relativamente baja complejidad, representadas por las empresas de propagación vegetal. Están basadas en un personal de nivel técnico bajo o intermedio, pero altamente entrenado en las delicadas operaciones requeridas. Estas empresas habitualmente sólo tienen dos o tres profesionales, y el empresario-científico generalmente es la persona de más nivel técnico y quien ejerce liderazgo en este campo. La investigación que se realiza es dirigida por esta persona. El pequeño tamaño, de hecho, facilita la participación de los profesionales en los procesos de toma de decisión técnica. Pero ello dependerá fuertemente de la personalidad del directivo/gerente, como lo indica el hecho de que en cuatro casos se calificó el proceso de toma de decisiones técnicas como centralizado.

Estas empresas se caracterizan por una organización mínima; están estructuradas según las funciones básicas (ejemplos: producción, IyD, administración), con un mínimo de niveles jerárquicos (generalmente dos), es decir, sin gerencia media, y procesos de toma de decisiones técnicas altamente influidos por el empresario/dueño, quien es el líder técnico de la empresa.

Las funciones de apoyo administrativo y otras generalmente son ejercidas por una o dos personas. La actividad productiva y de comercialización con frecuencia se organiza en torno de "proyectos", es decir el cumplimiento de un contrato o pedido determinado. En las empresas de micropropagación, ésta es una exigencia ineludible debido al tipo de trabajo que generalmente se realiza por contratos de producción de un producto determinado.

Este modelo responde a la influencia dominante del empresario/dueño en todas las operaciones, pero también a la necesidad de contar con un máximo

de flexibilidad operativa para aprovechar todas las oportunidades de negocios que se ofrecen. El personal técnico habitualmente participa en distintas actividades (producción, asistencia técnica, control de calidad) y especialmente IyD, cuando así se requiera.

Las empresas que en mayor o menor grado corresponden a este modelo son TECNOPLANT, COSI, GENESIS, BIOAGRO y, posiblemente, BIOGENETICA. Las diferencias entre ellas se deben a diferencias entre las personalidades de los empresarios/ dueños y el mayor o menor control individual que tengan sobre la empresa. GENESIS está en un extremo de esa gama, pues presenta algunos elementos que permiten suponer que se encuentra en un proceso de transición hacia el segundo modelo.

Ese segundo modelo está integrado por empresas con un componente de IyD mayor y más permanente; presentan estructuras organizativas más diferenciadas y especializadas, así como también una asignación de trabajo menos flexible en tareas más específicas y delimitadas. Cuenta con un porcentaje importante de personal de alto nivel de formación, dedicado principalmente a labores de IyD. En ellas la participación del personal técnico en la gestión es más pronunciada e importante. Corresponden a este modelo, en mayor o menor grado, los casos de BIOMATRIX, BIOPLANTA, BIOS-CHILE y SESAR.

La organización sigue siendo poco jerárquica (dos o tres niveles), pero existen unidades especializadas; se combinan en algunos casos criterios funcionales con disciplinarios. BIOPLANTA y BIOS-CHILE, por ejemplo, tienen departamentos de inmunología, biología molecular, biología celular, entre otros. El mayor tamaño de las empresas (casos de BIOPLANTA y BIOMATRIX) y las necesidades de IyD más complejas y especializadas (BIOS-CHILE, SESAR) imponen una mayor especialización y, por ende, diferenciación organizativa.

La mayor importancia de la IyD en estas empresas lleva a la adopción de estructuras organizativas y procesos de toma de decisiones similares a organizaciones académicas, calificadas en algunos casos como estilos "científicos", altamente participativos y adaptados a las necesidades de autonomía, originalidad y creatividad de la metodología del trabajo científico y tecnológico.

Proyección estratégica

La información sobre los avances en las áreas científicas y técnicas de su competencia, así como también el seguimiento de las tendencias de mercados y de los competidores constituyen una necesidad de supervivencia para estas pequeñas empresas, muy vulnerables a nuevos desarrollos tecnológicos que puedan presentarse. Su tamaño dificulta una realización formal y sistemática

de esta función y ello se confirma en el hecho que ocho de 10 empresas realizan una planificación estratégica informal. Esta función vital es desarrollada típicamente por los directivos/gerentes en forma directa, para lo cual utilizan sistemática e intensivamente sus contactos y vinculaciones con el mundo científico y con otras empresas. Algunos siguen siendo investigadores activos en sus campos, lo que les permite mantenerse al día en los avances relevantes para su empresa.

En dos casos (empresas pequeñas) se reporta la realización de ejercicios formales de planificación estratégica y la documentación de las orientaciones estratégicas. Ello indica del alto nivel de sofisticación de la gerencia de esas empresas.

La gerencia del recurso humano

El recurso humano es el elemento clave del éxito de una empresa de base tecnológica, ya que de su calidad y motivación dependerá su capacidad innovativa. Las características más importantes de la gerencia de esta función se presentan en el Cuadro 15.

Únicamente una de las empresas de la muestra (BIOTECNICA) no planifica, formal o informalmente, el desarrollo de su personal, es decir su perfeccionamiento y superación en el tiempo. Se trata de una empresa en un temprano estado de desarrollo. El resto de las empresas, con la única excepción de BIOPLANTA, que como subsidiaria de una multinacional incorpora prácticas de su empresa madre, realizan una planificación de carrera informal.

Cuatro de las empresas con planificación de carrera informal cuentan con sistemas de remuneración formales, es decir sistemáticos y documentados. La asignación de la remuneración en el resto es básicamente una decisión discrecional del director/gerente. La remuneración se complementa con incentivos en cuatro empresas (TECNOPLANT, BIOPLANTA, BIOS-CHILE y COS1), con base en sistemas formales, y una (BIOAGRO) en un sistema formal. En un caso se trata de incentivos de tipo científico (participación en congresos, capacitación) más que de los incentivos económicos utilizados por el resto de las empresas. Es interesante notar que la remuneración y los incentivos económicos de algunas empresas (SESAR, por ejemplo) no son competitivos con organizaciones similares en el mismo país. La motivación y lealtad a la firma es mantenida fundamentalmente por un estilo gerencial altamente participativo, que logra la identificación del empleado con la empresa. El éxito de estos sistemas de remuneración e incentivos se manifiesta en la baja tasa de rotación de personal que presenta la mayoría de las empresas (seis de 10 casos). Sólo una empresa presentó tasas altas, debido a una reciente mudanza de sus instalaciones productivas. La empresa que no realiza una planificación de carrera presentó una tasa de rotación intermedia.

Cuadro 15. Algunas características de la gerencia de recursos humanos en las NEB, 1990.

Nombre	Planif. de desarrollo de personal	Tipo de política de remuneración	Política incentivo de personal técnico	Tasa de rotación	Importancia entrenamiento
TECNOPLANT	Informal	n.d.	Sí	Baja	Alta
BIOMATRIX	Informal	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
BIOPLANTA	Formal	Formal	Científicos y económicos	n.d.	Alta (exterior)
BIOS-CHILE	Informal	Informal	Sí	Baja	Alta (exterior)
BIOTECNICA	No	n.d.	Participac. en utilidades	Intermedia	Intermedia
COS1	Informal	Formal	Con base en productividad	Baja	Alta (exterior)
BIOGENETICA	Informal	Formal, por departamentos	n.d.	Alta	Intermedia
GENESIS	Informal	Formal, por departamentos	n.d.	Baja	Alta
SESAR	Informal	Formal, no ligada al desempeño	No	Baja	Alta (exterior)
BIOAGRO	Informal	Informal-discrecional	Discrecional	Baja	Alta

La importancia del entrenamiento de personal es alta en siete de las 10 empresas. En cuatro casos, tres de los cuales son empresas con modelos más basados en IyD, inclusive se entrena personal en el exterior. La alta importancia de esta actividad refleja, en primera instancia, el carácter especializado de muchas de las tareas y actividades que realizan y, en segundo lugar, la falta de este tipo de personal en el mercado laboral. Ello obliga a las empresas a entrenar su propio personal, generalmente en el mismo trabajo, pero también en organizaciones de IyD nacionales o internacionales. El conjunto de características de la gerencia de recursos humanos de estas NEB indica claramente que, posiblemente con excepción de BIOTECNICA, valoran altamente a su personal técnico y desarrollan estrategias e instrumentos adecuados a esa valoración.

Perfil de las NEB en América Latina

Las NEB estudiadas, que incluyen empresas de insumos agrícolas, farmacéuticas, de insumos industriales y de alimentos, presentan un perfil bien distinto al de las NEB de países desarrollados, que han sido tomadas como una suerte de paradigma de las NEB en general.

En primera instancia, la típica NEB en América Latina no es una empresa de investigación, que solo secundariamente desarrolla capacidades de manufactura y de comercialización, en la medida en que concluye el desarrollo de sus productos, como han sido descritas por Kenney (1986b) y por Smith y Fleck (1988), por ejemplo. Tampoco son lo que Pisano (1991) denomina un sector especializado en IyD.

En la Región, la NEB se constituye con base en productos ya desarrollados y que generalmente sólo falta escalar en cuanto a los procesos de producción. Es decir, desde el comienzo incorporan capacidades de manufactura y de comercialización de su producción. Esta conclusión coincide con los resultados de Cerantola (1991) quien también caracteriza a estas NEB como "unidades empresarias de IyD, producción y comercialización, con fuerte énfasis en la obtención de nuevos productos y procesos de base tecnológica". Esto determina diferencias fundamentales con las NEB de países desarrollados en cuanto a las estrategias de financiamiento y de relacionamiento con empresas grandes, por ejemplo.

En segundo lugar, en la Región la típica NEB concentra en una sola persona los distintos roles empresariales que se requieren para crear empresas de base tecnológica, como son el empresario en sí, el inventor, el gerente y el capitalista. Según Kenney, esos roles son asumidos por distintas personas en la típica NEB

de EE. UU. (Kenney 1986b). Esta situación refleja la inexistencia de ciertas funciones típicas de otros países, como los mecanismos de capital de riesgo, por ejemplo.

La empresa que surge de la información presentada es una pequeña empresa muy distinta de la típica pequeña empresas en la Región, y que ha sido sujeto de muchas políticas de apoyo y fomento, como concluyen también Waissbluth *et al.* (1992) en un reciente estudio realizado sobre empresas innovadoras en Iberoamérica. Ello, obviamente, tiene importantes implicaciones para la eventual formulación de políticas de apoyo a esas empresas.

Las características generales de las NEB en la Región son producto de características y restricciones del medio económico y social en el que esas empresas se desempeñan. A continuación se presentan las más importantes.

Empresas de base tecnológica

A diferencia de la típica pequeña empresa en la Región, estamos en este caso frente a empresas de base tecnológica, que explotan su dominio sobre alguna tecnología genérica. Cuentan con un personal de alto nivel académico, con una proporción importante de investigadores en su personal total, y realizan IyD en un nivel significativo. Su organización y gerencia reflejan el alto nivel de sofisticación de sus empresarios/investigadores, si bien su pequeño tamaño frecuentemente no permite una formalización de las prácticas gerenciales y administrativas.

Desarrollo cauteloso y financieramente conservador

De las empresas que no han fracasado, todas, con una excepción, son emprendimientos modestos en términos de inversión inicial, de expansión y de inversión en IyD. Lo viable es la inversión pequeña, que rápidamente genera retornos, pero que, inclusive en esas condiciones favorables, no es financiada por las instituciones y los mecanismos existentes en los países.

Las empresas se constituyen sobre aportes personales de los socios, con frecuencia complementados por aportes de familiares y, una vez que son operativas, dependen esencialmente de la reinversión de utilidades para realizar IyD y expandirse. Las empresas más exitosas logran, con base en sus comienzos modestos y éxito inicial, generar interés en otros inversionistas o en empresas establecidas; se concretan así emprendimientos conjuntos. La falta de condiciones para la maduración de negocios a mediano y largo plazo en la Región explican los patrones de financiamiento muy cautelosos identificados en los estudios de caso analizados.

Los emprendimientos más ambiciosos, con requerimientos mayores de inversión inicial, tales como son BIOPLANTA, BIOMATRIX y BIOTECNICA, han tenido dificultades en su subsistencia, entre otras causas debido a las exigencias de retornos a la inversión a corto plazo. De hecho, los dos primeros casos son empresas que ya no operan; si bien hay razones adicionales para explicar su fracaso, indudablemente la falta de una rápida generación de un volumen adecuado de recursos, es una de las causas más importantes. Asimismo, BIOTECNICA ha tenido que solicitar una reestructuración de su deuda y plan de amortización.

Flexibilidad en producción y comercialización

La característica más destacada de las estrategias de las NEB es su alto grado de flexibilidad. Ello puede ser típico de pequeñas empresas en general, pero indudablemente también se debe a factores característicos de empresas de base tecnológica en una temprana fase de consolidación. En la primera fase de sus operaciones, todas las empresas buscan un máximo de flexibilidad en cuanto a actividades productivas y de mercadeo para aprovechar cualquier oportunidad de negocio posible con las capacidades técnicas e infraestructura disponibles. Así, mucha de ellas combinan la producción con la distribución de productos importados o la prestación de servicios, tales como investigación contratada, asistencia técnica, etc. La exportación es una de esas oportunidades; para el acceso a los mercados internacionales se utilizan generalmente las alianzas con otras compañías. La flexibilidad es un imperativo para alcanzar rápidamente el punto de equilibrio, así como también para generar recursos adicionales que permitan financiar los gastos de IyD y de expansión requeridos para consolidar la empresa. Tiene una consecuencia negativa, pues impide o dificulta la especialización y el aumento de eficiencia y productividad que de ella se deriva.

Perspectiva tecnológica de corto plazo

Una característica común son las estrategias innovadoras orientadas a necesidades de corto plazo, es decir, fundamentalmente al desarrollo de productos con base en la tecnología genérica que se domina y al apoyo de la producción y el mercadeo. Solo realizan investigación aplicada y desarrollo y no pueden realizar investigación pre-competitiva. Su pequeño tamaño, así como la inexistencia o debilidad de mecanismos de financiamiento de capital de riesgo y de IyD comercial, así lo determinan. Por ello concentran sus relativamente limitadas actividades de IyD en el mantenimiento de una cartera de productos de alta calidad, más o menos diversificada, exigida por las fluctuaciones o variaciones a las que se ven sometidos sus mercados.

La vulnerabilidad de las empresas al rápido cambio tecnológico y de mercados las obliga a relacionarse eficientemente con el ambiente científico-tecnológico nacional e internacional. Para ello, mantienen vínculos laborales y relaciones informales con centros de investigación y utilizan asociaciones gremiales y técnicas, es decir, asumen en general una actitud abierta al medio científico-tecnológico y una activa búsqueda de información. Una respuesta común a las limitantes que ellas enfrentan para innovar es la alianza estratégica o el emprendimiento conjunto, por medio de los cuales se logra reducir los riesgos involucrados, así como también los costos, para los participantes.

Las NEB estudiadas utilizan relativamente poco los apoyos que el sector público ofrece para la innovación tecnológica. Esa situación refleja la debilidad o inexistencia de ciertas capacidades en las NEB, requeridas para identificar, acceder y aprovechar los apoyos y oportunidades que ofrece el sector público para el desarrollo tecnológico, posiblemente como consecuencia de su pequeño tamaño.

Organización flexible, informal y sofisticada y alta valoración del recurso humano

El pequeño tamaño, pero fundamentalmente la necesidad de aprovechar eficientemente los escasos recursos humanos disponibles a la vez que lograr altos niveles de motivación, llevan al establecimiento de organizaciones sencillas y flexibles con un alto grado de informalidad, si bien los enfoques e instrumentos gerenciales utilizados son sofisticados. La participación en los procesos de toma de decisiones técnicas es un elemento esencial de las estrategias. El papel central de la innovación tecnológica para esas empresas implica una especial atención a su personal. Su motivación y lealtad se logra con políticas de remuneración e incentivos, pero también en forma determinante con la creación de un ambiente de trabajo altamente participativo y estimulante en cuanto a la superación personal.

"BIOTECNOLOGIZACION" DE LAS EMPRESAS DE INSUMOS ESTABLECIDAS Y LAS AGROINDUSTRIAS

La incorporación de biotecnologías en las empresas establecidas es el comienzo de un camino que tiene distintas direcciones para las empresas de insumos y las agroindustrias. En el caso de las empresas de insumos puede llegar a ser en última instancia un proceso de reconversión a la nueva tecnología, de acuerdo con la forma más o menos directa en la que la biotecnología afecte a sus procesos. Las agroindustrias, en cambio, no se verán afectadas tan directamente, debido a que, por lo general, sus procesos son más bien de tipo mecánico y químico. La biotecnología la incorporan por medio de insumos industriales, como son, por ejemplo, enzimas, kits de diagnóstico, cepas de levaduras y hongos, entre otros.

Producción y comercialización

Algunas características de la producción de las empresas (principales actividades productivas, tipo de productos, número de productos, volumen de producción del producto más importante y la importancia de la calidad), así como de la comercialización (número y tipo de clientes, apoyo de posventas e importancia de la exportación), se presentan en los Cuadros 16 y 17.

La mayoría de las empresas están especializadas en la manufactura y distribución de algún tipo de productos. Solo tres empresas presentan actividades productivas adicionales o distintas. COPERSUCAR es una empresa atípica, pues se trata de una cooperativa de comercialización y de asistencia técnica para sus afiliados, las centrales azucareras del estado de San Pablo en Brasil. ALMIDAR tiene como actividad principal la formulación y distribución de productos importados y SANTA ELENA tiene como actividad menor la distribución de productos importados.

Empresas de insumos

Las empresas de insumos producen tanto insumos agrícolas (semillas, materiales genéticos animales y vegetales, productos veterinarios) como

insumos industriales (pigmentos, levaduras y saborizantes). Estos son productos de mayor valor agregado y de mercados, por lo general, relativamente pequeños. Es común que estas compañías tengan carteras de productos diversificadas, es decir con un alto número de productos, pero también generalmente (tres de cuatro casos) dependientes de uno o pocos productos estrella.

Sólo ALMIDAR presenta una alta diversificación en cuanto a productos, con una baja dependencia de pocos. El único caso de una empresa con una cartera de productos reducida es BIOQUIMEX, que además presenta un alto volumen de producción de su producto principal, es decir, una alta dependencia de un solo producto.

El número de clientes de las empresas que producen insumos para la agricultura o la industria es generalmente alto. Se trata de agricultores o ganaderos, profesionales de asistencia técnica tales como veterinarios o industrias de pequeñas dimensiones, muy extendidas, como panaderías. La calidad es de especial importancia para los insumos veterinarios (vacunas), industriales (pigmentos) y genéticos (semillas, reproductores animales). Muchos de estos insumos, por otro lado, requieren apoyos posventa, generalmente aportados mediante asistencia técnica gratuita.

Con excepción de BIOQUIMEX, las empresas estudiadas no están dirigidas a la exportación, si bien SANTA ELENA y LEVAPAN han exportado modestas proporciones de su producción. LEVAPAN es una multinacional de origen colombiano que tiene facilidades de producción en varios países latinoamericanos.

En ninguno de los casos existe una estrategia específica de producción y mercadeo para los productos biotecnológicos en desarrollo, dado que ellos son extensiones o modificaciones de los existentes en la compañía o son insumos para su proceso principal. Por ejemplo, BIOQUIMEX desarrolló un producto que utiliza como insumo y lo transfirió a sus proveedores de materias primas

Agroindustrias

En el caso de las agroindustrias, son compañías que producen productos de consumo masivo, tales como alimentos (aceites vegetales, almidones de maíz y azúcar) o combustibles (alcohol), con carteras de productos pequeñas y altamente concentradas. Todas ellas tienen una alta dependencia de uno o pocos productos. En el caso de los alimentos, la calidad tiene una importancia intermedia en la mayoría de los casos, con excepción de los vinos finos producidos por CARRAU, que se diferencian en calidad de su competencia.

Cuadro 16. Algunas características de la producción de las empresas de insumos establecidas y las agroindustrias, 1990.

Nombre	Principales actividades	Tipo de producto	Número productos	Vol. producto más import.	Import. calidad
Empresas de insumos					
ALMIDAR	Formulación y distrib. de productos importados	Agroquímicos	Alto	Bajo	Baja
PAUL	Manufactura	Prod. veter.	Alto	Alto	Alta
AGROCERES	Manufactura	Insum. genét. agríc.	Alto	Alto	Alta
LEVAPAN	Manufactura	Insumos indust. alimentos	Alto	Alto	Normal
BIOQUIMEX	Manufactura	Insumos indust.	Bajo	Alto	Alta
SANTA ELENA	Manufactura y distribución productos importados	Prod. veter.	Alto	Alto	Alta
Agroindustria					
COPERSUCAR	Comercialización y asist. técnica	Alim. y alcohol	Bajo	Alto	Baja
PALMATICA	Producción primaria y procesamiento	Alimentos	Bajo	Alto	Normal
ITANSA	Manufactura	Alimentos para animales	Bajo	Alto	Normal
CARRAU	Manufactura	Bebidas	Bajo	Alto	Alta
RIVAS	Manufactura	Alimentos Insumos industr.	Bajo	Alto	Normal

Cuadro 17. Algunas características de la comercialización de las empresas de insumos establecidas y las agroindustrias, 1990.

Nombre	Número clientes	Tipo de clientes	Apoyo posventas	Número alianzas	Porcentaje exportación
Empresas de insumos					
ALMIDAR	Alto	Agricultor	Sí	1	0
PAUL	Alto	Veterinario/ ganadero	No	0	n.d.
AGROCERES	Alto	Agricultor	Sí	0	0
LEVAPAN	Alto	Industria	Sí	1	8
BIOQUIMEX	Alto	Industria	Sí	0	65
SANTA ELENA	Alto	Veterinario/ ganadero	Sí	0	20
Agroindustria					
COPESUCAR	Intermedio	Mayorista	No	0	10
PALMATICA	Intermedio	Mayorista	No	3	n.d.
ITANSA	Alto	Ganadero	Sí	0	0
CARRAU	Alto	Mayorista	No	0	10
RIVAS	Alto	Mayorista/ industria	n.d.	n.d.	n.d.

n.d. = no disponible

Las empresas que producen alimentos, dado que venden a mayoristas o distribuidores, tienen un número relativamente bajo de clientes. La excepción es ITANSA, que vende directamente a productores de ganado.

Las agroindustrias estudiadas no están dirigidas al mercado de exportación. Solo COPERSUCAR ha exportado una parte modesta de su producción. Por otro lado, PALMATICA es una empresa multinacional, una subsidiaria del grupo estadounidense Chiquita Brands (ex United Fruit Co.), y como tal tiene actividades productivas en otros países.

Los productos biotecnológicos en desarrollo por parte de las agroindustrias son todos insumos para sus procesos productivos principales. Solo en el caso de COPERSUCAR se desarrollaron o se están desarrollando productos totalmente distintos a la línea de productos tradicionales, tales como alcoholes superiores y plásticos biodegradables. La compañía aún no tiene una estrategia clara de utilización de esos desarrollos, que buscan ampliar los mercados del azúcar, producto principal de la empresa.

Estrategias tecnológicas

La mayoría de las empresas establecidas están basadas en biotecnologías de corte tradicional, tales como las fermentaciones (LEVAPAN, COPERSUCAR, CARRAU), tecnologías inmunológicas y de producción de vacunas (SANTA ELENA, PAUL), extracción y modificación de metabolitos secundarios (BIOQUIMEX) y mejoramiento genético vegetal y animal (AGROCERES, COPERSUCAR, PALMATICA). La introducción de biotecnologías en estas empresas se refiere entonces a la introducción de biotecnologías que son nuevas para ellas, generalmente basadas en los avances de la biología celular y molecular.

Sólo en los casos de ALMIDAR y RIVAS se trata de incursionar en un campo tecnológico nuevo para la empresa, pero siempre dentro de sus mismas áreas de negocios y mercados. Todas las empresas estudiadas, con las únicas excepciones de ALMIDAR y posiblemente RIVAS, realizan actividades de IyD en sus líneas de producción tradicionales y tienen departamentos de IyD propios, pequeños en la mayoría de los casos, pero también grandes, como sucede en los casos de AGROCERES, COPERSUCAR y PALMATICA.

Cuadro 18. Actividades de innovación tecnológica en biotecnología de las empresas de insumos establecidas y las agroindustrias.

Nombre	Transf. tecnol.	Alianzas	Tipo	Utilización capacidades IyD		Capacidades propias IyD		
				Objeto	Orient.	Organiz.	Objeto	Orient.
Empresas de insumos								
ALMIDAR	No	No	Contrato (2)	Des. prod.	Aplicada	No	-	-
PAUL	No	1	Contrato (2)	Des. prod.	Precompet.	No	-	-
AGRO CERES	2	1	Contrato (1)	Des. técn.	Precompet. de IyD	Proy. en Depar.	Aplicada	Proces.
LEVAPAN	No	No	No	-	-	Proy. en Depar.	Des.	Aplicada
						de IyD	Produc.	Produc.
BIOQUIMEX	No	No	Contrato (2)	Des. prod. y proc.	Precompet. Aplicada	No	-	-
SANTA ELENA	1	No	Contrato Colabor.	Des. prod.	Precompet. Aplicada	Dep. esp.	Des.	Aplicada
Agroindustria								
COPERSUCAR	No	1	Contrato Colabor. (7)	Des. técnicas y prod.	Precompet. Aplicada	Proy. en Depar. de IyD	Mejora Proc.	Aplicada
PALMATICA	No	No	No	-	-	Dep. Esp. en Div. de IyD	Des.	Aplicada
							Produc.	Produc.
ITANSA	Licencia	1	No	-	-	No	-	-
CARRAU	1	No	Colaborac.	Mej. proc.	Precompet.	Informal	Mej. proc.	Aplicada
RIVAS	2	No	Contratos	Des. prod. y proces.	Aplicada	No	-	-

La innovación tecnológica

Las actividades de innovación tecnológica en biotecnología de estas empresas, tanto en las tradicionales como las nuevas, se presentan en el Cuadro 18, discriminadas según cuatro alternativas básicas: la transferencia de tecnología, el emprendimiento conjunto con otra empresa, la utilización de capacidades de organizaciones de IyD y las capacidades propias.

La información científica y tecnológica es un elemento esencial para una empresa innovadora; se requieren estrategias específicas para su obtención, aprovechamiento y protección. En las empresas estudiadas se identifican varias de ellas, tal como se muestra en el Cuadro 19.

Cuadro 19. Manejo y protección de la información en las empresas de insumos establecidas y las agroindustrias, 1990.

Nombre	Actualización y monitoreo			Protección		
	Vinculación sistemática con academia	Consultores	Mecanismo de intercambio sistemático de info.	Partic. asoci. gremiales	Patentes	Otra
Empresas de insumos						
ALMIDAR	X	n.d.	No	X	En trámite	No
PAUL	X	n.d.	No	X	No	No
AGROCERES	X	n.d.	No	n.d.	No	Secret. industr.
LEVAPAN	No	X	X	No	No	Secret. industr.
BIOQUIMEX	No	n.d.	No	No	1	No
SANTA ELENA	X	n.d.	No	X	No	No
Agroindustria						
COPERSUCAR	X	X	X	X	1	No
PALMATICA	No	n.d.	No	No	No	No
ITANSA	No	n.d.	No	n.d.	X (Licen.)	No
CARRAU	X	n.d.	No	X	No	No
RIVAS	X	n.d.	No	No	No	Secret. indust.

n.d. = no disponible

Empresas de insumos

La transferencia de tecnología hacia la empresa fue utilizada sólo por dos de las empresas de este grupo. Se trata de asociaciones con poseedores de la tecnología, sean éstos otras empresas (como en el caso de AGROCERES, que ha realizado dos emprendimientos conjuntos con compañías internacionales para acceder a tecnología genética) o con grupos de personas (como en el caso SANTA ELENA, que se asoció con científicos que dominaban una nueva tecnología de vacunas para desarrollar una línea de producción). Las asociaciones se implementan mediante la creación de empresas en las cuales los poseedores aportan la tecnología y la empresa interesada en la tecnología aporta el capital total o parcialmente. Una modalidad similar es la adquisición de empresas que posean la tecnología. AGROCERES invirtió capital en una NEB (BIOMATRIX) y luego compró toda la empresa para acceder a la tecnología de micropropagación.

Las alianzas estratégicas entre dos o más empresas para el desarrollo de tecnología es poco frecuente en este grupo de empresas. PAUL participó en un proyecto conjunto con compañías de Israel y Australia para el desarrollo de tecnología de punta, que no tuvo éxito. AGROCERES creó una empresa conjunta con una compañía argentina para desarrollar y producir semilla de papa.

Con excepción de una empresa (LEVAPAN), todas las empresas se apoyan o utilizan de una u otra forma capacidades de otras organizaciones. La forma de utilización de estas capacidades más común es la contratación de IyD y de servicios tecnológicos, generalmente con centros de investigación académicos y del sector público. La contratación se complementa en algunos casos con IyD colaborativa. Uno de los objetivos de estos contratos o colaboraciones es realizar investigación pre-competitiva, es decir de IyD no dirigida directamente al desarrollo de procesos y productos comerciales, sino para generar información de carácter más general. Esta situación se presenta en cuatro de los cinco casos de empresas que tienen contratos o colaboraciones, y que generalmente buscan explorar el potencial e interés de una nueva tecnología para la empresa.

Según las posibilidades financieras de las empresas, éstas utilizan más bien relaciones del tipo de colaboración académica o de contratación formal con las organizaciones de investigación. SANTA ELENA, como empresa de tamaño intermedio con posibilidades de financiamiento de IyD limitadas, utiliza diversos mecanismos colaborativos, con bajos grados de formalización, para acceder a información e IyD. Algunas de las formas de acceso específicas son la investigación colaborativa con centros de investigación, los acuerdos con

investigadores individuales basados en su participación en los eventuales beneficios y la utilización de estudiantes de posgrado.

Empresas con más posibilidades financieras optan preferentemente por la investigación contratada, debido al mayor control sobre el desarrollo del proyecto en sí y de la información generada que ofrece esa vía. Es el caso de PAUL, que tuvo una ambiciosa política de contratación de investigación pre-competitiva con casi todos los centros de biotecnología en Argentina; AGROCERES, que contrata también investigación pre-competitiva con universidades, y BIOQUIMEX, que contrató el desarrollo de plantas mejoradas con un centro de investigación. El caso de ALMIDAR es el único que realiza el desarrollo de un producto de tecnología de punta totalmente mediante contratos con centros de investigación. Para ello cuenta con una persona de alto nivel que actúa como gerente de esos desarrollos desde la empresa.

En cuanto a la utilización de capacidades propias para fines de innovación tecnológica, cuatro de las seis empresas no realizan IyD en biotecnología, aunque contratan este tipo de actividades con otras organizaciones. En las demás, la IyD en nuevas biotecnologías se realiza en unidades especializadas creadas a tal fin dentro de los departamentos de IyD existentes o por medio de la realización de proyectos especiales en el marco de las estructuras existentes. Toda la IyD propia en biotecnología de las empresas estudiadas es de orientación aplicada, dirigida al desarrollo o mejora de procesos o productos.

La combinación de investigación propia con IyD en otras organizaciones se da en dos casos. Esas empresas presentan las estrategias tecnológicas más coherentes y decididas que, sin duda, reflejan un objetivo estratégico de vincularse sistemáticamente a la nueva biotecnología. Para ello, realizan una investigación de carácter más científico, es decir de tipo pre-competitivo y de definición de productos más básica, en otras organizaciones que, por ser especializadas en investigación, tienen más posibilidades y ventajas para ello. En cambio, el desarrollo de la ingeniería, el escalamiento industrial o la aplicación de la tecnología son preferentemente realizados por la misma empresa, debido al control de la información generada, pero también por su mayor experiencia y disponibilidad de capacidades e infraestructura para este tipo de actividades.

Entre las distintas opciones de relacionamiento con otras organizaciones que se ofrecen a las empresas, tales como acuerdos con otras compañías, acuerdos con universidades u otras organizaciones de investigación, participación minoritaria en NEB y adquisición de NEB, este grupo de empresas privilegia los acuerdos con organizaciones de IyD nacionales. Únicamente el caso de

AGROCERES se asemeja a la experiencia de los países desarrollados, en los que las empresas establecidas utilizan estas opciones simultánea y complementariamente (Arora y Gambardella 1990).

El cultivo y mantenimiento de una "periferia técnica" (Snoeck *et al.* 1991), es decir científicos estrechamente relacionado con la empresa por medio de mecanismos de variado grado de formalidad, tales como investigaciones conjuntas, contratos de investigación, intercambio de personal, colaboración en tesis de grado, etc., practicado por cuatro de las seis empresas de este grupo, es una forma de acceder a información, mantenerse actualizado y monitorear los desarrollos científicos. Ello también puede lograrse mediante la utilización sistemática de consultores y el intercambio formal de información, como lo practica LEVAPAN. Por ejemplo, esa empresa participa en un "Club de Levaduras" que asocia a un grupo de empresas líderes de diversas partes del mundo interesadas en el tema. Tres de las empresas participan activamente en agrupaciones y asociaciones técnicas o gremiales. Es el caso de ALMIDAR, PAUL y SANTA ELENA, miembros fundadores de asociaciones de empresas de biotecnología en sus países.

La protección de la propiedad intelectual de las tecnologías utilizadas o en desarrollo por parte de las empresas establecidas es poco frecuente, debido principalmente al carácter no novedoso de su tecnología. Solo una empresa tenía patentada su tecnología, patente ya caducada; otra estaba tramitando la protección de una tecnología que aún no utiliza comercialmente. Dos empresas utilizan explícitamente el secreto industrial para proteger la propiedad de su tecnología. Entre otras formas, se hace firmar a los empleados un compromiso contractual de confidencialidad en relación a la información que manejan.

Las tímidas estrategias para incorporar biotecnologías de este grupo de empresas reflejan, indudablemente, su temprano involucramiento con esas nuevas tecnologías. Todavía no se conocen bien y no se han identificado las oportunidades específicas para la empresa. Se destacan dos empresas con un compromiso mucho más fuerte con la biotecnología, que puede indicar una decisión estratégica de reconvertirse hacia ella.

Agroindustrias

En el caso de las agroindustrias, las estrategias para incorporar biotecnologías a sus operaciones son similares a las de las empresas de insumos, si bien su involucramiento con las nuevas tecnologías es, por lo general, de menor importancia que el de las empresas del grupo anterior.

mejoradas de un centro de investigación público de otro país en sus procesos; las obtiene por arreglos colaborativos, lo cual constituye un ejemplo de una transferencia de tipo más informal.

Los emprendimientos conjuntos solo son utilizados por COPERSUCAR, que tiene una asociación con un centro de investigación nacional, con características típicas de este tipo de relacionamientos, como es compartir los riesgos de la innovación. Esta empresa también mantiene una sistemática política de contratación y de investigaciones colaborativas en áreas de punta relacionadas con la caña de azúcar, que incluye centros de investigación en todo el mundo. CARRAU mantiene colaboraciones informales con grupos académicos y RIVAS contrató el desarrollo de la propagación clonal de una planta, así como también el desarrollo de un proceso enzimático, con instituciones académicas

En cuanto al manejo y protección de la información, tres empresas mantienen vinculaciones sistemáticas para el acceso a información científica con la academia. COPERSUCAR integra un grupo internacional de empresas interesadas en temas científicos de punta relacionados con la caña de azúcar, amparado inclusive por un convenio que regula los intercambios de información. Por último, dos de las empresas de este grupo participan activamente en agrupaciones y asociaciones técnicas o gremiales. Como sucede en los otros grupos de empresas, la protección de la propiedad intelectual es poco importante para estas empresas. Ello refleja probablemente las deficiencias y la debilidad de los sistemas y estructuras en los países donde se localizan las empresas estudiadas.

La única empresa de este grupo que tiene una estrategia sistemática de desarrollo de biotecnologías y acceso a innovaciones es COPERSUCAR; ello se explica por su carácter de centro de investigación y asistencia técnica cooperativa. ITANSA, si bien nació para explotar una nueva tecnología de fermentaciones, es demasiado pequeña para mantener una actividad innovativa significativa. Las demás comienzan tímidamente a incursionar en este nuevo campo. Hay señales que hacen pensar que la utilización de biotecnologías en ellas responde más bien a un entusiasmo inducido por la amplia propaganda que se ha hecho a la biotecnología, y que no valoran suficientemente las dificultades y costos que implica su incorporación a la empresa.

El financiamiento de la innovación

Las estrategias utilizadas para financiar la innovación tecnológica están determinadas por las estrategias financieras generales de la compañía, por los requerimientos financieros de la IyD o del acceso a nuevas tecnologías y por las condiciones financieras generales del país. En el Cuadro 20 se presentan los mecanismos utilizados por las empresas para financiar actividades de innovación tecnológica.

La situación más común es el autofinanciamiento de la IyD, por lo menos en su mayor parte, que se da en todas las empresas. Ello se combina, en cinco casos, con el aprovechamiento de las oportunidades de financiamiento para desarrollo científico y tecnológico que ofrece el sector público. PAUL, AGROCERES, BIOQUÍMEX, SANTA ELENA y CARRAU han utilizado o utilizarán este tipo de financiamiento. En un caso se utilizaron fondos del organismo nacional de fomento científico y tecnológico para ampliar la infraestructura de IyD de la empresa.

La instalación de nuevas líneas de producción basadas en procesos biotecnológicos fue financiada por la banca de desarrollo nacional en cuatro casos. Dos de las compañías que han creado nuevas empresas para explotar las nuevas tecnologías (AGROCERES y SANTA ELENA) han utilizado, con ese propósito, financiamiento para desarrollo industrial. En el caso de AGROCERES ha sido el BNES de Brasil y en el caso de SANTA ELENA el Banco de la República Oriental del Uruguay (BROU).

La única empresa que ha utilizado financiamiento de la banca comercial es LEVAPAN. Sólo tres empresas no han utilizado ningún tipo de fondos del sector público para financiar sus actividades en biotecnología. En el caso de ALMIDAR se utiliza esta opción en otro país (Israel), donde actúa una empresa hermana, y PALMATICA es un empresa multinacional, con un desarrollo muy modesto y cauto en cuanto a la biotecnología.

En consecuencia, puede concluirse que cuando existe alguna oportunidad de apoyo financiero, ésta es aprovechada por las empresas. El limitado volumen de inversión en este tipo de actividades, que caracteriza a casi todos los casos estudiados, es probablemente consecuencia de la temprana fase de involucramiento con la biotecnología de las empresas.

Gerencia de la cultura empresarial

Un elemento importante en el desarrollo de una empresa innovadora es la existencia o el establecimiento de estructuras y normativas internas más adecuadas a la generación de innovaciones. La empresa requiere personal con alta conciencia y compromiso con la calidad de los productos, orientado hacia las necesidades del mercado y capaz de aprovechar todas las oportunidades técnicas y organizacionales para la innovación. Ello se logra generalmente con estructuras organizativas "achatadas", poco jerarquizadas, que estimulen intercambios de información y estilos gerenciales participativos.

Cuadro 20. Mecanismos utilizados para financiar actividades en biotecnología por las empresas de insumos y agroindustrias, 1990.

Nombre	IyD		Infraestructura de IyD			Infraestructura de producción		
	Fondos propios	Org. de fomento CyT	Org. fomento CyT	Banca comercial	Banca desarrollo	Banca comercial		
Empresas de insumos								
ALMIDAR	X	No	No	No	n.d.	n.d.		
PAUL	X	X	No	No	n.d.	n.d.		
AGROCERES	X	X	n.d.	n.d.	X	n.d.		
LEVAPAN	X	No	X	No	No	X		
BIOQUIMEX	X	X	n.d.	n.d.	X	n.d.		
SANTA ELENA	X	X	n.d.	n.d.	X	n.d.		
Agroindustria								
COPERSUCAR	X	No	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
PALMATICA	X	No	No	No	n.d.	n.d.		
ITANSA	n.d.	X	No	No	X	No		
CARRAU	X	X	n.d.	n.d.	X	n.d.		
RIVAS	X	No	No	n.d.	n.d.	n.d.		

n.d. = no disponible

La información acerca de las características de la gerencia de la cultura empresarial de las empresas estudiadas se resume en el Cuadro 21. Allí se pone en evidencia que las empresas pequeñas e intermedias de este grupo son manejadas por sus dueños (ALMIDAR, PAUL, SANTA ELENA, CARRAU). Las empresas más grandes cuentan por lo general con directivos/gerentes profesionales contratados (PALMATICA, LEVAPAN, COPERSUCAR, BIOQUIMEX, AGROCERES), aunque en algunos casos los dueños ejercen una gran influencia en la dirección estratégica de la compañía (LEVAPAN, AGROCERES). Con excepción de AGROCERES, COPERSUCAR y de SANTA ELENA, todas las empresas de este grupo presentan procesos de toma de decisiones y estructuras organizativas convencionales, relativamente centralizados y jerarquizados. Las excepciones tienen estructuras más innovadoras y procesos de toma de decisiones más participativos. En el caso de AGROCERES se está implementando una nueva estructura, diseñada expresamente con ayuda de consultores, para fomentar la integración de la IyD con aspectos de mercado. SANTA ELENA es una empresa no convencional, con un estructura sencilla y flexible que se ajusta al hecho de que es controlada por una asociación de varios científicos. La estructura organizativa y el estilo de gerencia de COPERSUCAR están muy influenciados por el carácter cooperativo de esa empresa.

Algunas empresas tienen la estrategia de crear empresas nuevas, con un alto grado de autonomía, para manejar el negocio de la biotecnología, como sucede en el caso de RIVAS. Esta es una forma muy interesante de lograr modelos organizativos y estilos gerenciales ágiles y flexibles, adecuados a empresas de base tecnológica dentro de conglomerados o estructuras tradicionales más grandes y burocráticas.

El grado de formalización de la proyección estratégica en este grupo de empresas es relativamente grande, como era de esperar en compañías orientadas o interesadas en la explotación de tecnologías de avanzada. Únicamente algunas de las pequeñas e intermedias no cuentan con una planificación estratégica formal (PAUL, ALMIDAR y SANTA ELENA), la cual es sustituida por el intenso relacionamiento con el medio académico de directivos clave en estas empresas. El resto de las empresas realiza ejercicios de planificación estratégica formales; el hecho de que esto se realice aun en empresas pequeñas como CARRAU o ITANSA, indica la relativa sofisticación de la gerencia de algunas de esas compañías.

Cuadro 21. Características de la gerencia de la cultura empresarial en las empresas de insumos y agroindustrias, 1990.

Nombre Gerencia	Dir/ción	Orientaciones técnicas	Toma de decisión	Organiza-estratégica	Planificación
Empresas de insumos					
ALMIDAR	Dueños /fam.	n.d.	Centralizado	Jerarquizada	Informal
PAUL	Dueños	n.d.	Centralizada	Jerarquizada	Informal
AGROCERES	Contratada	Mercado	Participativa	Achatada	Formal
LEVAPAN	Contratada	Asistencia técnica	Centralizada	Jerarquizada	Formal
BIOQUIMEX	Contratada	Calidad total	Centralizada	Jerarquizada	Formal (apoyo consultora)
SANTA ELENA	Dueños	Calidad total	Participativa	Achatada	Informal
Agroindustria					
COPERSUCAR	Contratada	Asistencia técnica	Participativa	Achatada	Formal (apoyo consultora)
PALMATICA	Contratada	Producción	Centralizada	Jerarquizada	n.d.
ITANSA	Dueño	Producción	Centralizada	Jerarquizada	Formal
CARRAU	Dueños	n.d.	Centralizada	Jerarquizada	Formal
RIVAS	Dueños	n.d.	Descentralizada	n.d.	Formal

Perfil de las estrategias

Entre las empresas establecidas que se interesan en la biotecnología, las productoras de insumos son más agresivas en cuanto a la innovación tecnológica y más abiertas al mercado mundial que las agroindustrias. Dos de ellas muestran signos de haber tomado una decisión explícita de reconvertirse a empresas de biotecnología. Otras desarrollan productos totalmente novedosos a nivel mundial (ALMIDAR). Las agroindustrias, en cambio, tienen actitudes innovadoras más cautas. Las características generales de las estrategias gerenciales más destacadas de las empresas establecidas son las siguientes:

Interés incipiente y tímido en la biotecnología

El interés por la biotecnología, y particularmente por la nueva, es muy reciente en la mayoría de las empresas establecidas. El período promedio de involucramiento con ellas es de aproximadamente cinco años; la mayoría inicia este involucramiento a partir de 1985, cuando las empresas establecidas de países desarrollados (principalmente farmacéuticas y químicas) comenzaron a desarrollar actividades internas de IyD a partir de 1981 (OTA 1984). Por otro lado, la inversión en estas actividades es modesta, con excepción de AGROCERES, CARRAU y SANTA ELENA.

Los indicadores más importantes del interés en la biotecnología de las empresas establecidas muestran que la mayoría se encuentra aún en una fase inicial, exploratoria de la importancia que tienen para ellas las nuevas tecnologías. Ello explica en parte su mayor involucramiento con investigación del tipo pre-competitivo, en comparación con las NEB.

Apoyo en el sector público

Las empresas establecidas utilizan mucho más que las NEB los apoyos que el sector público ofrece para la introducción de la biotecnología en sus operaciones. Con una sola excepción, todas las empresas establecidas los han utilizado, tanto para el financiamiento de proyectos de expansión de la producción como para IyD. Los apoyos en materia de IyD son los más frecuentes, en particular la utilización de capacidades de organizaciones académicas y otras del sector público, mediante colaboraciones o contratos.

Cultura empresarial

Con excepción, una vez más, de las dos empresas que tienen estrategias más agresivas de innovación tecnológica, las empresas establecidas no presentan organizaciones y estilos gerenciales adecuados a la innovación tecnológica.

TRAYECTORIAS DE DESARROLLO DE LA AGROBIOTECNOLOGIA COMERCIAL EN AMERICA LATINA

Las estrategias específicas aplicadas por las empresas en cada función gerencial, analizadas en los capítulos anteriores, tienen como objetivo central el desarrollo o mantenimiento de su competitividad en mercados determinados. El éxito de esas estrategias se manifestará, con el transcurso del tiempo, en la rentabilidad y el crecimiento de la empresa. En tal sentido, es importante determinar las características generales de su competitividad como marco integrador de las diversas estrategias más específicas; eso permitirá deducir las estrategias de desarrollo generales seguidas por las empresas en el momento del estudio.

Las estrategias de competitividad y de desarrollo general de las empresas estudiadas, vistas en conjunto, permiten, finalmente, identificar las trayectorias de desarrollo de la industria, así como también los escollos o limitantes a superar para su consolidación y expansión.

Desempeño de la agrobiotecnología comercial

La competitividad de una empresa determinada es su capacidad de conquistar, mantener y extender su participación en el mercado nacional o internacional (Porter 1990). El crecimiento de las ventas es, en consecuencia, un primer indicador, parcial, de la competitividad de una empresa. Las características de los mercados en los que actúa la empresa, así como también el tipo de ventajas competitivas que, en opinión de los entrevistados, presentan las empresas, son elementos que permiten identificar las fuentes y razones de dicha competitividad. En este estudio interesa fundamentalmente identificar el papel de la innovación tecnológica, y en particular el de la biotecnología, en la competitividad de las empresas. A continuación se presenta dicha información, analizada de acuerdo con las categorías de empresas definidas.

La competitividad de las NEB

El crecimiento de las ventas, la posición en el mercado nacional y las ventajas competitivas más importantes de las NEB, señaladas por los entrevistados, se presentan en el Cuadro 22.

Cuadro 22. Indicadores de la competitividad de las NEB, 1990.

Nombre	Crecimiento de ventas	Tipo de mercado principal	Ventaja competitiva nacional	Ventaja competitiva internacional
TECNOPLANT	+	Nichos nacionales	Calidad	No
BIOMATRIX	-	Monopólico nacional	Calidad	No
BIOPLANTA	-	Monopólico nacional	Calidad	No
BIOS-CHILE	++	Nichos nacionales	Calidad	Costos
BIOTECNICA	-	Monopólico	Calidad	Calidad
COS1	++	Nichos nac. e internacionales y altamente competidos	Calidad	n.d.
BIOGENETICA	-	Internacional altamente competido	Calidad	n.d.
GENESIS	++	Nichos nacionales	Calidad	n.d.
SESAR	-	Nichos internac.	Calidad	Costos
BIOAGRO	+	Nichos nacionales	Calidad	n.d.

- = No crece o negativo

+ = Bajo

++ = Alto

Del grupo de 10 empresas de este tipo estudiadas, cinco no presentan crecimiento. Dos casos son empresas que han desaparecido, dos son empresas muy jóvenes, aún en pleno proceso de consolidación de sus operaciones iniciales, y dos son empresas ya consolidadas que no crecen. De las cinco empresas que crecen, tres lo hacen en forma rápida. Todas las empresas que crecen exportan, y también lo hace una de las empresas consolidadas que no crece. Las que crecen rápidamente son empresas orientadas en forma importante hacia la exportación.

Los mercados nacionales en los que actúan las NEB son, en todos los casos, prácticamente monopolícos. Se trata en la mayoría de los casos de mercados nichos, es decir, pequeños y especializados. Las carteras de productos son todas relativamente diversificadas para el pequeño tamaño de las empresas; los productos más importantes en ellas son exclusivos de la empresa. Esto era de esperar de empresas que, en todos los casos, fueron las primeras creadas para explotar oportunidades ofrecidas por nuevas tecnologías; además, indica que esas empresas han podido mantener su posición monopolíca derivada de su carácter pionero durante un período que, en varios casos, es de cuatro a cinco años. Esto significa que han sido capaces de erigir barreras a la entrada de nuevos competidores, suponiendo que no existan otras condicionantes importantes a la competencia.

En el caso de la tecnología de la micropropagación vegetal, los países estudiados tienen varias empresas que explotan esa tecnología. Los estudios de casos realizados sugieren que aún no se presenta una competencia significativa entre esas empresas, ya que ellas explotan mercados distintos. Pero su dominio de la misma tecnología genérica, la relativa facilidad de desarrollar tecnología de procesos y productos específicos en este campo y la ausencia de mecanismos de protección legal de la tecnología, permiten pensar que esa competencia es una posibilidad no muy lejana. Ya existen signos de que Venezuela, por ejemplo, está entrando en una situación de ese tipo.

La competitividad nacional de las empresas, en opinión de los propios entrevistados, en todos los casos se basa principalmente en la calidad del producto. Ello refleja el hecho que todas estas empresas compiten contra productos tradicionales similares, de menor calidad y generalmente más baratos. Es esencial, entonces, contar con productos con tales ventajas de calidad que justifiquen el mayor costo para el cliente. En los casos de las empresas de micropropagación, esas ventajas son la garantía fitosanitaria, la homogeneidad genética y la posibilidad de suministro programado a gran escala. En los casos de los productos diagnósticos, es la mayor precisión y rapidez del ensayo.

El hecho de que la competencia principal correspondan a productos tradicionales de menor precio tiene una consecuencia importante en los mercados nichos. El precio máximo que se puede obtener por los productos nuevos es limitado por la rentabilidad de los procesos productivos de los que ellos sean insumos y por su peso en los costos de producción. En el caso de los procesos de producción agrícola, por lo general ese precio es limitado, pues las ventajas en calidad del insumo deben justificarse económicamente en términos de costos de producción o de rentabilidad del proceso del que son insumos. Ello determina que, por lo general, deban ser producidos en escalas significativas para lograr a su vez márgenes económicos significativos. Ello limita el número de empresas que el mercado puede soportar. Esta es una de las razones básicas de la posición monopólica de la mayoría de las NEB en los mercados de sus productos más importantes.

Cuando la empresa exporta, la situación cambia, pues presumiblemente compite contra empresas que utilizan tecnologías iguales o similares. Su competitividad internacional estará determinada no solo por la calidad, que es un requisito necesario pero no suficiente, sino por factores adicionales, entre los cuales destacan los derivados de su localización. Cobran importancia factores tales como menores costos de personal y de tierras y ventajas de tipo climático o ecológico, como fue señalado por varias empresas. Dada la importancia de algunas técnicas manuales en procesos como la micropropagación vegetal, los menores costos de personal pueden ser el elemento determinante de la competitividad internacional; así lo demuestra la experiencia de SESAR, por ejemplo.

La importancia central de la calidad en la competitividad de todas las empresas destaca nuevamente la importancia de la tecnología para las NEB. Ella solo se logra con un pleno dominio de la tecnología genérica y de la tecnología de sus productos y procesos específicos. Adicionalmente, para mantener la competitividad, en muchos casos se requiere desarrollar nuevos productos, tanto para consolidarse como empresas viables como para crecer. El pequeño tamaño de los mercados y las variaciones en cuanto a la demanda así lo determinan, aun en ausencia de una significativa competencia interempresas. Su dominio sobre la tecnología genérica facilita esos desarrollos. Esta capacidad innovadora crecerá en importancia como uno de los elementos de competitividad clave, en la medida en que se incremente la competencia entre empresas similares en la Región, por la entrada de nuevos actores en los mercados locales o por efectos del libre comercio y de la integración económica. La capacidad innovadora es también esencial para mantener o expandir los mercados de exportación.

Las estrategias de innovación están determinadas por la fase de desarrollo de las empresas. Compañías muy jóvenes como BIOGENETICA, BIOTECNICA y GENESIS están todavía en una fase de desarrollo del dominio de sus tecnologías básicas, principalmente el escalamiento de procesos de laboratorio y la superación de los problemas de producción y de ingeniería que se presentan. Ello no impide que simultáneamente estén desarrollando nuevos productos, para lo cual aprovechan las oportunidades que ofrece el sector público en ese sentido. Empresas que ya tienen algunos años de experiencia, como BIOAGRO, COSI, BIOS-CHILE y TECNOPLANT, desarrollan nuevas aplicaciones de las tecnologías genéricas que dominan para crecer. Ello es obligado en el caso las pequeñas empresas que explotan nichos de mercado sujetos a fluctuaciones o variaciones, que les llevan a mantener una cartera de productos más o menos diversificada. En el caso de BIOS-CHILE, se construye una capacidad de manufactura y comercialización que no se tenía en su primera fase.

La innovación se desarrolla dentro de limitantes en cuanto a la inversión para el desarrollo de nuevos productos o procesos. El pequeño tamaño de esas empresas, así como también la inexistencia o debilidad de mecanismos de financiamiento de capital de riesgo y de IyD comercial, así lo determinan. Las dos únicas excepciones que invierten cantidades significativas en IyD son BIOS-CHILE y BIOTECNICA, ambas empresas fundamentalmente orientadas hacia productos farmacéuticos e insumos industriales, pues BIOMATRIX y BIOPLANTA desaparecieron y SESAR es principalmente una empresa de IyD contratada.

La competitividad de las empresas establecidas de insumos y agroindustrias

Los indicadores de la competitividad de las empresas de insumos y de las agroindustrias, es decir, su crecimiento, el principal tipo de mercado en el que actúan y la presencia de multinacionales en sus mercados nacionales, se presentan en el Cuadro 23.

De las 11 empresas integrantes de la muestra, una presenta crecimiento negativo en sus operaciones. Esta empresa cooperativa, COPERSUCAR, ha experimentado una reducción en cuanto a las fábricas de azúcar afiliadas, y el mercado de uno de los productos importantes que comercializa, el alcohol, está estancado e inclusive en retroceso. Tres empresas no presentan un crecimiento significativo, y en uno de esos casos (BIOQUIMEX) hay claras amenazas a su posición de mercado a nivel internacional debido a la introducción de productos alternativos, que compiten favorablemente con sus productos. Su competitividad internacional, además de la calidad de los productos, estaba determinada por la disponibilidad de materia prima y los costos de los factores

de producción, más reducidos en México en comparación con países industrializados. Esas ventajas son erosionadas por la introducción de nuevas tecnologías. El resto de las empresas (la mitad de la muestra) presentan crecimiento, lo cual es indicativo de estrategias de expansión de las operaciones de las empresas y de su competitividad.

Cuadro 23. Indicadores de la competitividad de las empresas establecidas, 1990.

Nombre	Crecimiento	Tipo de mercado principal	Presencia multinacional en mercado nacional
Empresas de insumos			
ALMIDAR	+	Nacional altamente competitivo	Sí
PAUL	-	Nacional altamente competitivo	Sí
AGROCERES	++	Oligopólico nacional	Sí
LEVAPAN	+	Oligopólico internacional	Sí
BIOQUIMEX	-	Oligopólico intern.	Sí
SANTA ELENA	+	Oligopólico y nichos nacional	Sí
Agroindustrias			
COPERSUCAR	-	Monopólico nacional	No
PALMATICA	+	Monopólico nacional y regional	No
ITANSA	-	Monopólico nacional	No
CARRAU	-	Nacional e internacional altamente competitivo	No
RIVAS	++	Monopólico nacional	No

- = No crece o negativo

+ = Bajo

++ = Alto

La competitividad actual de las empresas que crecen corresponde, generalmente, a una combinación de factores, entre los cuales se destaca la capacidad de innovación tecnológica. Para las empresas productoras de insumos, la constante innovación en productos y procesos es decisiva, debido al alto grado de competencia en los mercados, generalmente oligopólicos y con presencia de multinacionales. Esta presencia acelera el efecto de cambios internacionales en la tecnología sobre esos mercados debido a que generalmente son estas mismas multinacionales las generadoras de esa dinámica tecnológica. Es significativo constatar que SANTA ELENA, AGROCERES, LEVAPAN y ALMIDAR han podido crecer en estas condiciones. Por otro lado, la importancia de la calidad en la competitividad de esas compañías impone también la necesidad de una constante actualización en cuanto a nuevas tecnologías aplicables a los procesos y productos explotables.

Algunas de esas empresas, además, actúan en mercados-nicho, de pequeño tamaño y características y exigencias locales, en los que tienen posiciones monopólicas (SANTA ELENA, PAUL). La innovación tecnológica es también un medio para lograr la diversificación, para mantener costo de producción competitivos y mantener barreras a la entrada de competidores en estos mercados pequeños y especializados.

Otros factores de la competitividad de estas empresas en los mercados nacionales han sido su atención a la clientela, al cultivo del mercado y su mayor agilidad para adoptar cambios en la producción y el mercadeo. Ello les ha permitido competir con éxito frente a multinacionales, que presentan desventajas en estos aspectos, por su mayor tamaño y carácter más burocrático. Dentro de tecnologías con trayectorias de desarrollo ya establecidas, esta mayor agilidad también se traduce en ventajas por la adopción más rápida de cambios y mejoras tecnológicas. Pero estas ventajas se ven amenazadas a mediano plazo por la introducción de tecnologías de nueva generación y, en especial, de las biotecnologías nuevas, pues las compañías locales no tienen los recursos para desarrollar las mismas, como sí los tienen las multinacionales.

Los mercados de productos de consumo masivo de las agroindustrias, en cambio, son prácticamente monopólicos (aceites vegetales en Centroamérica, azúcar en la región de San Pablo, Brasil). La necesidad de desarrollar nuevas tecnologías y productos proviene de amenazas mundiales a mediano plazo para los productos (azúcar y alcohol), derivadas del desarrollo de nuevas tecnologías o de la necesidad u oportunidad de mejorar la eficiencia de los procesos (producción de palma africana).

Las agroindustrias basan su competitividad principalmente en la disponibilidad y costo de la materia prima, lo que generalmente está asociado a

la localización (COPERSUCAR, PALMATICA, RIVAS). En los casos de las empresas de insumos en los que la materia prima es un componente mayoritario de los costos, también hay ventajas de localización; esas empresas son altamente vulnerables a la competencia de productos sustitutivos, como lo demuestran los casos de LEVAPAN y BIOQUIMEX. La innovación tecnológica, y la introducción de biotecnologías en particular, puede ayudar a mantener la competitividad al reducir costos de materias primas o mejorar su disponibilidad y calidad. Así, COPERSUCAR busca mejorar el cultivo de caña y su utilización, PALMATICA desarrolló alternativas de propagación y mejoramiento de la palma africana y RIVAS mejora el cultivo de yuca y los procesos de utilización de los almidones.

Las agroindustrias pequeñas, en cambio, basan su competitividad en la diferenciación de sus productos. CARRAU se basa en la producción de vinos finos, altamente diferenciados, e ITANSA produce un producto que tiene ventajas en cuanto a digestibilidad y calidad nutricional frente a los productos tradicionales contra los que compete.

Estrategias generales de desarrollo empresarial

La información anterior permite identificar las estrategias generales de desarrollo en relación a la biotecnología en las compañías estudiadas para el año 1990, tal como se presenta resumidamente en el Cuadro 24. Se trata de las estrategias más importantes en ese momento, es decir, no necesariamente las únicas que persigue la compañía. Ellas están determinadas principalmente por la fase de desarrollo en la que se encuentra la compañía, como ya se señaló. Varias empresas estudiadas tenían diversas estrategias de desarrollo importantes simultáneamente, lo cual es común en empresas grandes.

La consolidación inicial

La estrategia que corresponde a la primera fase de la trayectoria de cualquier empresa nueva es la consolidación de sus operaciones recién iniciadas. Una empresa estará consolidada cuando logre alcanzar y mantener el punto de equilibrio entre sus ingresos y egresos. Para 1990, cinco empresas estaban aún en esa fase de consolidación (BIOMATRIX, BIOPLANTA, BIOTECNICA, BIOGENETICA, GENESIS). De ellas, dos no han podido consolidarse, pues cerraron sus operaciones. Ambas tenían altos niveles de gastos en IyD, porque se iniciaron sin contar con productos ya desarrollados.

La consolidación de dos de esas empresas (BIOGENETICA y GENESIS) aparentemente es acelerada, pues una está prácticamente orientada en su

totalidad a la exportación y la otra presenta un crecimiento rápido en su corto tiempo de existencia. Ambas empresas son reestructuraciones de empresas anteriores; eso indudablemente beneficia su consolidación, pues aprovechan una serie de elementos tecnológicos y comerciales ya disponibles.

Mantenimiento de su competitividad

Una vez alcanzado el punto de equilibrio se ofrecen, por lo menos, dos opciones básicas. Pueden mantenerse las posiciones alcanzadas o puede adoptarse una estrategia de crecimiento. Según el tamaño de la empresa se puede combinar esas dos opciones básicas. Las empresas grandes pueden tener estrategias de defensa de su posición en mercados determinados, simultáneamente con estrategias de crecimiento en otros mercados o inclusive de reposicionamiento hacia áreas de negocio nuevas para la empresa. Pero el efecto neto sobre el comportamiento global de la empresa estará, en todo caso, determinado por la estrategia de expansión, por lo que puede considerarse en estos casos a las estrategias de mantenimiento de posiciones como subordinadas a ella. Las empresas pequeñas, en cambio, tienen menos posibilidades de combinar este tipo de estrategias.

El comportamiento general de seis empresas puede ser ubicado en esta categoría. Empiezan a desarrollar capacidades de IyD o de producción en biotecnologías para mantener y para expandir su competitividad en las áreas de negocio tradicionales de la empresa. Son empresas que no crecen o lo hacen lentamente, merced a la utilización de capacidades existentes. De ellas, cuatro son pequeñas y dos grandes. Desarrollan investigación e introducen nuevas tecnologías para mantener una cartera determinada de productos (TECNOPLANT), mantener o mejorar la calidad y reducir costos dentro de sus procesos tradicionales (ITANSA, BIOQUIMEX, PALMATICA y CARRAU) y satisfacer las demandas por servicios de IyD de sus clientes (SESAR). Los retornos a la inversión se distribuirán como dividendos o se reinvertirán en la defensa de la posición competitiva de la empresa, es decir, en la adaptación a los cambios en la demanda y en las condiciones de producción o en la construcción de barreras a la entrada de potenciales competidores.

La expansión

La expansión de una empresa puede lograrse mediante la ampliación de capacidades en líneas existentes o por la diversificación en productos nuevos para la empresa, dentro de sus áreas productivas existentes. Con ello se pueden aprovechar nuevas oportunidades comerciales, pero también puede ser un imperativo de las condiciones competitivas que se enfrentan. Un determinado

grado de diversificación o una escala de operaciones determinada pueden ser necesarios para garantizar la viabilidad a mediano plazo de la empresa.

La estrategia general de ocho empresas, tres de ellas NEB, era de expansión. La ampliación de líneas existentes se identifica en cinco empresas, todas ellas en combinación con la diversificación hacia nuevos productos. Ello se facilita, en el caso de las empresas de micropropagación e inmunológicas, por la relativa facilidad de desarrollar nuevos productos y el uso múltiple que se puede dar a la infraestructura.

Cuadro 24. Estrategias generales de desarrollo de la biotecnología en las empresas, 1990.

Nombre	Consolidación actual	Mantenimiento de posición	Expansión		Reposicionamiento
			Líneas exist.	Diversificación	
MEB					
TECNOPLANT			X		
BIOMATRIX	(Cerrada)				
BIOPLANTA	(Cerrada)				
BIOS-CHILE				X	X
BIOTECNICA		X			
COS1				X	X
BIOGENETICA		X			
GENESIS		X			
SESTAR			X		
BIOAGRO				X	X
Empresas de insumos establecidas					
ALMIDAR					X
PAUL					X
AGROCERES				X	X
LEVAPAN					X
BIOQUIMEX			X		
SANTA ELENA					X
Agroindustrias					
COPERSUCAR				X	X
PALMATICA			X		X
ITANSA			X		
CARRAU			X		
RIVAS					X

La exportación es una forma de crecer que utilizan cinco empresas de este grupo, es decir, las tres NEB y dos establecidas. Una variante de esta última alternativa es la transnacionalización, representada en la muestra estudiada por LEVAPAN. Esa empresa ha establecido subsidiarias en varios países de la Región.

La diversificación se logra mediante el desarrollo de nuevos productos o la integración vertical de las operaciones. Tres empresas grandes de la muestra (AGROCERES, COPERSUCAR y RIVAS) siguen esta última estrategia.

El reposicionamiento

En el caso de que las amenazas a la posición competitiva de la empresa sean grandes o se perciban oportunidades importantes, la empresa puede buscar un reposicionamiento en cuanto a sus mercados y líneas de producción tradicionales. Es decir, se buscará incursionar en nuevas áreas de negocios, distintas a las tradicionales de la compañía. En esa situación se encontraban tres empresas. El reposicionamiento puede significar una expansión de la empresa si se mantienen las líneas tradicionales de negocios. ALMIDAR, con el desarrollo que está realizando, empezaría un proceso de reconversión a una empresa de producción de biológicos, distinto a su negocio actual de formulación y distribución de agroquímicos. PAUL está explorando el desarrollo de plantas transgénicas cuya comercialización significará la introducción de una línea de producción y de negocios totalmente distinta a la de producción de productos veterinarios que tiene en la actualidad. COPERSUCAR ha desarrollado productos químicos que se salen del ámbito tradicional de negocios de sus asociados.

A continuación se realizará un análisis más detallado de las estrategias por fase o etapa de desarrollo de las empresas. Se efectuará primero para cada una de las categorías de tipo de industria, para luego construir un cuadro más general que incluya las relaciones entre las distintas categorías de industrias.

Las trayectorias de desarrollo de la industria

Las estrategias de las empresas estudiadas corresponden a distintas fases de sus trayectorias individuales de desarrollo. Dado que existen ejemplos de empresas en distintas fases de desarrollo, puede identificarse una trayectoria común para la industria en general. Ello se justifica metodológicamente por las características y comportamientos comunes que exhiben estas empresas, que permiten extrapolar para una empresa en una fase temprana de desarrollo ciertas determinantes u opciones estratégicas de su desarrollo futuro.

Las etapas de desarrollo de las NEB

Las trayectorias de desarrollo de las NEB estudiadas cubren un período máximo de 10 años. La empresa con la trayectoria más larga es SESAR. Siete empresas tienen cinco o más años de operación y tres no llegan aún a cinco años de experiencia.

La constitución de la empresa

El proceso de constitución de una NEB es el punto de partida de su trayectoria de desarrollo. En ese sentido, es posible diferenciar dos situaciones distintas. El caso más común entre las empresas estudiadas, y que es el arquetipo de las nuevas empresas en general, es el de la empresa fundada por un empresario, es decir una persona con la motivación, habilidad y capacidad para iniciar un nuevo negocio. El segundo es el de la implementación de una decisión de una empresa o un grupo de personas, que es encomendada a alguien. Se da en consecuencia en un contexto más formal y posiblemente más burocrático.

Los empresarios fundadores de las NEB estudiadas son de diferentes tipos. En siete casos se trata de investigadores convertidos en empresarios. Una experiencia científica o técnica, ganada en el trabajo en instituciones públicas (BIOMATRIX, BIOS-CHILE, COS1, BIOGENETICA), generalmente una universidad, pero también privadas (GENESIS, SESAR, BIOAGRO), es explotada comercialmente. Se puede tratar de un invento específico o de una experiencia más general de trabajo con una determinada tecnología genérica, como, por ejemplo, el cultivo de tejidos (COS1, GENESIS, SESAR, BIOAGRO) o la inmunología (BIOS-CHILE), o incluso la gerencia de actividades de investigación y desarrollo (BIOGENETICA).

La iniciativa de la constitución de la empresa puede ser de individualidades o de un grupo de personas afines por razones familiares o profesionales. La forma que tomará el proceso dependerá no solo de la inclinación y personalidad de las personas involucradas, sino también del tipo de negocio o técnica a explotar. Las técnicas relativamente más sencillas, como son las de cultivo de tejidos (que requieren inversiones iniciales relativamente modestas), pueden ser implementadas individualmente con más facilidad que otras más complejas, que requieren un cúmulo mayor de conocimiento y habilidades difíciles de encontrar en una sola persona.

Un elemento que destaca es que la mayoría de los empresarios (cinco de 10) no contaban con experiencia comercial o industrial previa. Esa decisión se toma basada fundamentalmente en la confianza y seguridad en el dominio técnico

del proceso productivo que se va a explotar. Unicamente en el caso de BIOTECNICA la iniciativa es tomada por un empresario exitoso en otros campos, que decide incursionar en la biotecnología atraído por los potenciales beneficios que percibe en este nuevo campo y, para ello, se asocia con un investigador. En varios casos, los investigadores/ empresarios tenían experiencia previa, tanto en empresas fallidas (GENESIS y BIOGENETICA) como exitosas (COS1). Esto pone de relieve la importancia del aprendizaje de aspectos técnicos, comerciales, financieros y, en general, gerenciales, por parte del empresario, para la exitosa constitución de una empresa.

El papel del investigador/ empresario es entonces clave en la constitución de las NEB. Este personaje es, en la gran mayoría de los casos, un producto de las universidades nacionales, en las que no solo se formaron sino que también muchos acumularon un aprendizaje técnico que desemboca eventualmente en el dominio de las tecnologías y procesos novedosos, lo cual permite su posterior explotación comercial.

La implementación de la decisión inicial

Una vez tomada la decisión de crear una empresa existen varias formas o alternativas para su implementación. Puede realizarse con base en un estudio formal; ése ha sido el caso de BIOMATRIX, que invirtió significativos recursos en evaluar las oportunidades que ofrecían estas tecnologías. No existe mucha información acerca de los demás casos, pero se supone que en los casos de creación de NEB, en los cuales se asociaron varias personas, y en aquello en que se contó con financiamiento inicial o aportes de capital de empresas, tienen que haber existido proyectos de factibilidad económica y técnica más o menos detallados y completos.

Tal como ya se señaló, se distinguen claramente dos tipos de NEB en cuanto a la estrategia de implementación de la decisión de incursionar en un negocio determinado. En su mayoría presentan estrategias cautas dirigidas a la explotación de tecnologías en avanzado estado de desarrollo y, en consecuencia, con menor nivel de riesgo e incertidumbre técnico, con requerimientos de inversión modestos y posibilidades de ampliación de facilidades en forma modular, con nichos de mercado bien definidos y asegurados mediante contratos (GENESIS, COS1) y que inclusive se exploran previamente mediante la distribución de productos similares importados (BIOS-CHILE).

El segundo tipo de estrategia es iniciar una NEB con perspectivas más ambiciosas desde el comienzo. Ello supone inversiones significativas iniciales, bien sea en infraestructura de producción o en IyD, debido a que no se cuentan con productos listos para la comercialización, o en ambas. Este ha sido el caso

de BIOPLANTA, BIOMATRIX y, en menor medida, de BIOTECNICA y BIOGENETICA.

La consolidación

Una vez constituida la NEB se inicia un proceso de consolidación que busca superar ciertos umbrales requeridos para su viabilidad. En el caso de las NEB "cautas", la prioridad es generar un flujo de caja suficiente para cubrir las necesidades de capital de trabajo y de las actividades técnicas requeridas para poner a punto o para adaptar los procesos que, como ya se dijo, están esencialmente desarrollados. Pero como la escala de las operaciones está adaptada a las capacidades de generación de ingresos, se pueden manejar con relativa facilidad las presiones para generar rápidamente flujo de caja.

La presión por alcanzar el punto de equilibrio determina las estrategias gerenciales. Ello lleva a una actitud oportunista y flexible para la generación de ingresos. Se combina la producción de productos intermedios con productos finales (materiales de propagación y flores de corte, por ejemplo), la prestación de servicios y la distribución de productos no producidos por la compañía. Ello es típico de las empresas de micropropagación, pues la tecnología se presta a ello debido a la similitud de los procesos y requerimiento de infraestructura de muchas especies vegetales (BIOAGRO, SESAR, TECNOPLANT, BIOGENETICA).

Las NEB "ambiciosas", en cambio, tienen una presión de generación de ingresos mucho mayor, debido a la necesidad de rentabilizar inversiones iniciales más importantes, a las exigencias financieras derivadas de las alternativas de financiamiento utilizadas, en algunos casos, y a los requerimientos de fondos para IyD, en otros. En dos casos estudiados no llegaron a consolidarse las empresas (BIOMATRIX y BIOPLANTA), por su fracaso en generar suficientes recursos en el plazo que esperaban los dueños o inversionistas. La estimación inicial en relación a la disponibilidad de productos, al tamaño de los mercados o al plazo disponible para llegar al punto de equilibrio fueron equivocadas.

El análisis precedente indica que, a diferencia de la típica NEB de países desarrollados (Kenney 1986b), la motivación principal de la creación y consolidación de las NEB en la Región no es aumentar el valor de la compañía para su posterior venta a una empresa establecida o la venta de acciones en la bolsa. La motivación principal es la típica motivación empresarial, es decir, la creación y manejo de un negocio independiente.

La expansión

Tres de las NEB estudiadas presentan crecimientos rápidos y dos de ellas crecimientos más lentos. Las estrategias básicas de crecimiento son la diversificación de productos y la exportación, extendiendo las capacidades técnicas y la infraestructura disponible. Las empresas de rápido crecimiento utilizan las alianzas estratégicas como instrumento importante de acceso a capital y tecnología (BIOS-CHILE), mercados de exportación y tecnología (COS1) y facilidades de producción (GENESIS). En una etapa más avanzada de desarrollo, se utilizan las alianzas estratégicas con más contenido tecnológico, es decir para IyD o, en aspectos de producción, para crecer.

El crecimiento de esas empresas se da a partir de una base muy pequeña. Por ello pueden darse crecimientos rápidos en fases tempranas de desarrollo, inclusive en situaciones de limitación de fuentes de capital de riesgo, pues los requerimientos relativamente modestos pueden satisfacerse por la reinversión de utilidades. Esto es especialmente válido si los márgenes de ganancia son relativamente altos, como lo sugiere el hecho de que algunas empresas hayan financiado totalmente su rápido crecimiento mediante la reinversión de utilidades.

El crecimiento de las empresas tendrá un límite cercano si se produce exclusivamente para el mercado nacional, debido al carácter de nichos de muchos de ellos. Se puede optar por ir copando muchos nichos, aprovechando escalas de cobertura (*scope*); para ello será esencial establecer barreras a la entrada de competidores potenciales. Los mercados nacionales pueden expandirse si fructifican las iniciativas de libre comercio que existen en la mayoría de los países de la Región, razón por la cual es de importancia para esas empresas el éxito de estas negociaciones. La exportación es una estrategia que permite un mayor crecimiento, debido al mayor tamaño de los mercados, pero exige un mayor grado de sofisticación en materia tecnológica. Para el acceso a los mercados internacionales se pueden utilizar las alianzas con otras compañías.

También existen umbrales de tipo tecnológico. La necesidad de desarrollar capacidades en otras tecnologías genéricas distintas a las que dominan la empresa puede ser, en particular, un umbral decisivo para la expansión de las empresas a mediano plazo. El crecimiento lleva a las empresas a escalas de producción y de negocios que pueden exigir el dominio de otras tecnologías genéricas para lograr procesos productivos más integrados verticalmente y que permitan capturar mayores porciones del valor agregado. Por ejemplo, en el caso de las empresas de propagación vegetal existe un umbral de ese tipo, como es la incorporación de capacidades de mejoramiento genético para

complementar las de propagación que actualmente tienen. Ello significa desarrollar capacidades de ingeniería genética vegetal, además de las de fitomejoramiento tradicional, lo que implica un nivel de recursos y de complejidad de operaciones significativamente mayor que el que tienen actualmente.

Para el desarrollo de esas capacidades en nuevas tecnologías genéricas, las NEB presentan una limitación importante: su dificultad de realizar investigación pre-competitiva.

Trayectorias de las empresas establecidas de insumos y de las agroindustrias

Las estrategias específicas seguidas para introducir la biotecnología en las operaciones de estas empresas siguen claramente una secuencia. En una primera fase, las acciones se dirigen a vincular de alguna forma la empresa a la nueva tecnología. Solo cuando se tenga un cierto nivel de información y familiaridad y, eventualmente, dominio sobre alguna tecnología genérica, podrá pensarse en adquirir o desarrollar y, en definitiva, incorporar algún nuevo producto basado en la biotecnología en las operaciones de la empresa o de empresas allegadas.

La familiarización y exploración inicial

La decisión inicial de introducir biotecnologías en las operaciones de una empresa establecida requiere información previa acerca de las mismas y de su potencial para la empresa. Dado que esas tecnologías surgieron de la investigación científica y que los mecanismos de difusión de información son muy eficientes en la ciencia, es probable que el interés inicial se dé en el área de IyD de la empresa.

La forma de acceder a información y de familiarizarse con las nuevas tecnologías es empezar a utilizarlas en IyD, como lo hacen la mayoría de las empresas estudiadas. Ello puede suceder en las propias operaciones de la empresa o por medio de investigación contratada o colaborativa con otras organizaciones. El proceso de la introducción de estas nuevas tecnologías en empresas establecidas parece ser bastante informal. Esta decisión se genera en la mayoría de los casos en el área técnica y a partir de ahí es asumida, mediante la aprobación de la inversión en IyD por las instancias correspondientes, por el resto de la compañía. Por otro lado, la mayoría de esas empresa realizan una planificación estratégica formal, que podría ser la fuente de una decisión de esta naturaleza.

En el caso de las empresas establecidas, todas las empresas estudiadas desarrollan cautamente su interés inicial por las nuevas tecnologías, mediante modestas inversiones en IyD o en otras estrategias de exploración de su potencial.

El desarrollo de capacidades propias

El desarrollo de capacidades propias dentro de una empresa implica la creación de capacidades de IyD y el establecimiento de líneas nuevas para producir los nuevos productos. En el caso de la IyD, el desarrollo de capacidades propias comienza por disponer de personal especializado que domine las tecnologías genéricas requeridas. La incorporación de personal especializado o la capacitación de personal disponible son las dos opciones básicas que se ofrecen. Cuando se tenga una actividad significativa de IyD en el nuevo campo, puede crearse una estructura especializada, generalmente dentro de la estructura de IyD existente, como es el caso de PALMATICA.

Los casos estudiados indican que hay varias alternativas para la creación de capacidades productivas, tales como la creación de una nueva empresa subsidiaria, para manejar la nueva actividad productiva, como en los casos de RIVAS y de SANTA ELENA; el emprendimiento conjunto con otra empresa que aporta la tecnología (AGROCERES), o la compra de una empresa existente, como hizo AGROCERES con BIOMATRIX, además de la incorporación de una nueva línea de producción en la organización existente.

En algunas de estas empresas, el problema central de la consolidación de las actividades en biotecnología es la necesidad, por parte de los investigadores, de mostrar resultados tangibles en un plazo razonable para demostrar que la decisión de invertir fue acertada (PALMATICA), ya que ellas generalmente compiten con otras unidades por fondos escasos.

La reconversión a una empresa de base tecnológica

La incorporación de la biotecnología a las operaciones de una empresa puede limitarse al desarrollo de ciertas capacidades de IyD y de algunas líneas de negocios en este campo; también puede ser el comienzo de un proceso de reconversión de la empresa, con base principalmente en la explotación de la nueva tecnología. Ello implica su conversión en una empresa de base tecnológica, si no lo era ya; dependerá de la importancia que suponga el negocio de la biotecnología para la empresa, situación difícil de predecir en los casos estudiados debido al corto tiempo de involucramiento de las empresas en las nuevas líneas.

Sin embargo, en la muestra estudiada hay dos casos claros de empresas que han asumido explícitamente esta opción. SANTA ELENA se define como una empresa de biotecnología y dirige su desarrollo estratégico a la explotación de esa tecnología. Se trata de una empresa que, por razones históricas, tiene rasgos muy marcados de empresa de base tecnológica, que busca perfilar y definir más claramente en esta nueva etapa de su desarrollo. También AGROCERES ha asumido explícitamente esa estrategia de desarrollo futuro y para ello está adecuando su estructura organizativa y estilo gerencial a las necesidades de una innovación tecnológica más acelerada e intensa.

El caso de ALMIDAR es intrigante. Su estrategia innovadora es ofensiva y altamente original a nivel mundial, pero no hay indicadores acerca de sus intenciones futuras y el papel de ese desarrollo en su estrategia de largo plazo. La orientación de su innovación implica, lógicamente, su reconversión a una empresa de base tecnológica, cosa que en la actualidad no es.

Una opción interesante para las empresas relativamente más grandes es involucrarse en el nuevo campo mediante subsidiarias con un alto grado de independencia. Ello tiene la ventaja de desarrollar el tipo de organización innovadora buscada sin someter a toda la empresa a los cambios y ajustes organizacionales requeridos, que pueden ser difíciles y riesgosos. Entre las empresa estudiadas, RIVAS parece estar orientándose en esta dirección.

Finalmente, existe un caso interesante de un proceso inverso al aquí planteado. BIOQUIMEX nació hace 20 años como una empresa de base tecnológica, fundada por un inventor. Su éxito la convirtió en una empresa grande que posteriormente fue adquirida por un conglomerado nacional. En ese proceso perdió mucho de su innovatividad y, especialmente, de su carácter de empresa de base tecnológica.

El cambio hacia una tecnología de base biológica

Para una empresa productora de insumos químicos tradicionales, la incorporación de la biotecnología significa un cambio muy profundo en cuanto a las tecnologías básicas de producción utilizadas. Entre los casos estudiados sólo ALMIDAR es un ejemplo de esta situación, pues actualmente es una empresa basada en agroquímicos derivados de la petroquímica.

A nivel internacional, este cambio es de gran importancia. Razones de costos, de eficiencia de la organización industrial y de restricciones ambientales están empujando a las empresas agroquímicas hacia la biotecnología, como lo ejemplifican la mayoría de las grandes transnacionales que dominan este mercado internacionalmente. Empresas líderes como Monsanto e ICI tienen

explícitas estrategias para convertirse a largo plazo en empresas basadas en la biotecnología.

La importancia relativa de las NEB

La historia del surgimiento de la industria biotecnológica en la Región indica que el interés comercial por esas nuevas tecnologías se inicia con las NEB. Las primeras empresas de este tipo se fundan dos o tres años antes de que las primeras empresas establecidas se involucraran con la biotecnología. Esto demuestra el importante papel que ellas desempeñan en su contexto nacional, en el sentido de demostrar la viabilidad o el potencial de aplicación de las nuevas tecnologías en un campo específico. Se reproduce, a nivel nacional, la función que empresas similares tienen en los países desarrollados, es decir, abrir un "nuevo espacio económico", en la clásica formulación schumpeteriana (Kenney 1986b).

Las NEB pueden desempeñar este papel de pioneras porque surgen generalmente del ámbito académico, es decir, están estrechamente ligadas a la investigación científica, que por exigencias de su propia forma de operar se basa en la situación mundial de estas disciplinas. Por otro lado, su pequeño tamaño y su flexibilidad organizacional y operativa permiten a estas empresas reaccionar rápidamente ante nuevos desarrollos y oportunidades. Empresas establecidas, particularmente las más grandes, tienen procesos de toma de decisiones que son más lentos y demorados. Esa misma diferencia explica por qué las empresas pequeñas aceptan riesgos más altos que empresas establecidas.

Históricamente, muchas de las actividades requeridas por la innovación tecnológica han sido organizadas y realizadas dentro de empresas, en vez de utilizar mecanismos contractuales de mercado. Pero en algunos sectores de tecnología avanzada existen evidencias de que mecanismos colaborativos interfirmas desempeñan un papel de creciente importancia en el desarrollo, comercialización y difusión de tecnologías. En el caso de la biotecnología, la experiencia de EE. UU. indica que este nuevo campo se desarrolla con base en un estrecha y densa red de colaboraciones inter-empresas y de éstas con organizaciones de investigación. Las NEB buscan capacidades aguas abajo de la IyD, y capital en sus asociaciones con firmas establecidas, y las establecidas, a su vez, procuran lograr acceso a capacidades tecnológicas, compartir riesgos y aprovechar economías de especialización (Pisano 1991). La extensión de esas colaboraciones se ejemplifica con la estimación de que 56% de la IyD de las NEB en EE. UU., entre 1976 y 1985, fue financiada por empresas establecidas (Murray 1986).

El presente estudio no apoya ese modelo para América Latina. Únicamente se identificó un caso de relación NEB-empresa establecida (BIOMATRIX-AGROCERES). La razón básica para que ello suceda es que las NEB de la Región no son empresas especializadas en IyD, sino que desde el comienzo establecen capacidades de manufactura y comercialización con el propósito de explotar comercialmente sus productos, que son *maduros* en términos tecnológicos.

Esta conclusión no significa que las limitantes de algunas NEB en cuanto a financiamiento de IyD y de capacidades de producción y comercialización puedan llevar eventualmente a su control, o inclusive absorción, por parte de compañías grandes establecidas. Esa opción puede ser importante en el futuro para la consolidación y expansión de las NEB, así como también para el desarrollo de capacidades en biotecnología por parte de la industria existente.

El uso del modelo organizativo y gerencial típico de la NEB por parte de empresas establecidas también constituye una opción importante, como ya se señaló. Al menos dos empresas optaron por la creación de una empresa, con base en el modelo NEB, para desarrollar capacidades de IyD y de manufactura en este nuevo campo.

PERSPECTIVAS DE LA AGROBIOTECNOLOGIA COMERCIAL EN AMERICA LATINA

El desarrollo futuro de la industria basada en la biotecnología orientada a la agricultura en América Latina y el Caribe se dará en un contexto definido por las grandes tendencias tecnológicas y de mercado mundiales, así como también por las políticas macroeconómicas, de comercio internacional y de desarrollo industrial y tecnológico de los gobiernos de la Región. La mayor apertura de las economías de todos los países de ALC eleva sustancialmente el impacto sobre el desarrollo de una industria biotecnológica regional con los acontecimientos internacionales en ese campo.

A partir del análisis de las limitantes más significativas para el futuro avance de la industria, que surgen de la caracterización de las estrategias y trayectorias de desarrollo presentadas en los capítulos anteriores y de los más importantes condicionantes internacionales, se postularán aquí posibles modelos de desarrollo futuro de la industria en América Latina. Finalmente se analizará el papel de las políticas públicas en ese desarrollo.

Limitantes para la utilización de la biotecnología

Algunas características de las empresas y de sus estrategias de acción permiten identificar limitantes actuales y futuras del desarrollo y consolidación del uso de la agrobiotecnología en América Latina. Las limitantes más importantes se analizan a continuación.

Insuficiente tamaño de las NEB

Este sector decisivo de una industria de biotecnología balanceada e innovadora en su conjunto, se caracteriza en la Región por empresas que, en general, son micro-empresas (menos de 50 empleados), con una insuficiente masa crítica de recursos humanos, técnicos y financieros para mantener tasas de innovación que permitan su crecimiento y consolidación en verdaderas

empresas de base tecnológica, viables y competitivas en el tiempo. La IyD que muchas realizan es esporádica y está dirigida a problemas de corto plazo; no hay posibilidades de realizar o acceder a investigación pre-competitiva o exploratoria. Presentan carteras de productos demasiado diversificadas para su tamaño; asimismo combinan varios tipos de actividades productivas y no cuentan con estructuras de comercialización, lo cual les impide especializarse, por un lado, y aprovechar ventajas de escalas de alcance y cobertura (*scope*), por el otro.

Otro aspecto surgido de su insuficiente tamaño es su dependencia de muy pocas personas en cuanto a dirección técnica y gerencial, y la dificultad de desarrollar procedimientos y estructuras organizativas más formales, todo lo cual las hace muy vulnerables a problemas personales.

La viabilidad y consolidación en el tiempo de las típicas NEB creadas en los últimos 10 años en América Latina exige que alcancen un tamaño mínimo, que les permita una actividad innovadora más constante, más ofensiva, con una orientación más de mediano plazo, y mayores grados de libertad en cuanto al financiamiento, producción y comercialización que en la actualidad. Ese crecimiento las convertiría, por lo menos, en empresas medianas, en las cuales trabajarán de 50 a 150 empleados.

La viabilidad de ese crecimiento dependerá en buena medida de las estrategias de comercialización y de la evolución del tamaño de los mercados internos. Su pequeño tamaño y lento crecimiento dificulta el crecimiento de las empresas si se orientan exclusivamente hacia esos mercados. La exportación es una fuente importante de crecimiento; también lo es la ampliación de los mercados internos por vía de los procesos de integración económica.

Débil interés en la biotecnología de la industria existente

La característica más destacada de las empresas establecidas involucradas en biotecnología es el incipiente y débil interés que tienen en esta nueva disciplina. Si bien ya han transcurrido 20 años desde el momento inicial de la ingeniería genética, que inaugura el surgimiento de la biotecnología como nuevo grupo de tecnología (hecho constantemente difundido y discutido por los medios internacionales y nacionales), aunque ya ha transcurrido una década de desarrollo de capacidades científicas locales y de programas gubernamentales de apoyo a la biotecnología, sólo desde 1985 algunas empresas se empiezan a interesar en ella.

Ese interés todavía se encuentra, en general, en una fase exploratoria y de familiarización con la tecnología, y se caracteriza por niveles de inversión

modestos. Entre las empresas de insumos agrícolas se presentan los casos más avanzados de biotecnologización, como son las dos empresas (SANTA ELENA y AGROCERES) que han adoptado la decisión estratégica de reconvertirse a la explotación de las nuevas tecnologías. En ambos casos se procura enfatizar y profundizar el carácter de empresas de base tecnológica que ambas ya tenían.

Aunque las empresas establecidas estudiadas se destacan respecto al resto de la industria latinoamericana precisamente por su interés en las nuevas tecnologías, todavía comparten con la industria tradicional rasgos derivados de las condiciones económicas y sociales y de las estrategias de desarrollo de la Región. La relativamente débil orientación exportadora y el carácter defensivo de las estrategias de innovación son derivaciones de la existencia de mercados protegidos y de la poca importancia que en ellos tiene la competencia interempresas.

Inexistencia o debilidad de capital de riesgo

Únicamente una NEB utilizó capital de riesgo para su constitución inicial. En el resto, las actividades de innovación de las empresas, con la única excepción de BIOS- CHILE y de BIOMATRIX, que han logrado expandir el capital de la empresa con aportes de nuevos accionistas, han sido autofinanciadas. Ello destaca la falta de mecanismos de financiamiento de inversiones de largo plazo y de alto riesgo en la Región, que permitan la IyD a largo plazo, lo que constituye una de las principales limitantes del desarrollo de la industria. La necesidad de autofinanciar la constitución de nuevas empresas, la IyD o la expansión de actividades limitan necesariamente el volumen de esas inversiones, ya que estarán determinadas por el nivel de utilidades de las empresas.

La falta de capital de riesgo dificulta el crecimiento y consolidación, tanto de las NEB como de las empresas pequeñas o medianas establecidas. Esta limitante es consecuencia, entre otros factores, de parámetros macroeconómicos. El costo del dinero, los márgenes de ganancia, los niveles de ahorro, las políticas fiscales y tributarias, entre otras, se combinan para generar un clima de inversión y de negocios orientado al corto plazo, e inclusive en algunos casos a la especulación.

Falta de dominio de tecnologías genéricas estratégicas

Las tecnologías explotadas comercialmente, en el momento del estudio, eran en su mayoría, con apenas dos excepciones, tecnologías genéricas de un nivel de complejidad intermedio, tales como el cultivo de tejidos y las tecnologías inmunológicas de primera generación (diagnósticos inmuno-químicos con

anticuerpos policlonales, por ejemplo), que generalmente no son consideradas biotecnologías de avanzada como son la ingeniería genética o la tecnología de hibridomas. Sin embargo, algunas compañías estaban utilizando estas tecnologías de avanzada en investigación exploratoria.

Algunas de las tecnologías de avanzada son de carácter estratégico por su potencia y por su amplia aplicabilidad a muchos problemas y procesos productivos. Su dominio y aplicación es un elemento estratégico clave para el aprovechamiento de las biotecnologías. El escaso dominio de estas tecnologías genéricas estratégicas, y particularmente de la ingeniería genética vegetal, representa un importante rezago en términos internacionales.

Una de las razones de esta debilidad es el poco desarrollo de esas tecnologías, así como también de la ciencia básica de la que se derivan, en el sector académico y de investigación básica y aplicada del sector público. Existen solo pocos grupos de investigación en biología molecular y celular relevantes en la biotecnología de la Región, y menos aún en las organizaciones de investigación agrícola del sector público. La inversión que está haciendo el sector público en estas tecnologías, y también en general la que hace en ciencia y tecnología, es insuficiente para apoyar en forma efectiva los esfuerzos productivos que se están realizando y se podrían realizar (Jaffé 1992a). Otra razón importante son las dificultades, incluso para empresas establecidas de cierto tamaño, de realizar IyD y proyectos de desarrollo de largo plazo.

Este rezago podría constituir una ventaja, dado el temprano estado de consolidación y desarrollo en el que se encuentran las nuevas biotecnologías y el consecuente alto nivel de riesgo e incertidumbre en cuanto a las alternativas y procesos productivos específicos a desarrollar o utilizar. Por otro lado, esta situación significa que en la Región no se está realizando el necesario proceso de aprendizaje y acumulación de experiencias en el manejo de estas tecnologías, indispensable para su posterior explotación comercial competitiva.

Escasa transferencia de tecnología

Solo en dos casos se identificaron estrategias innovadoras basadas en la transferencia de tecnologías de productos o procesos desde países avanzados. Ello no se corresponde con las potenciales ventajas de esta estrategia frente al desarrollo de tecnología propia y puede ser el reflejo de dificultades para el acceso a tecnología específica en la escena internacional o de estrategias de desarrollo tecnológico inadecuadas. La falta de sistemas de protección de la propiedad intelectual adecuados a estas nuevas tecnologías podría ser una de las causas de las dificultades de acceso a la tecnología internacional. Por otro

lado, el pequeño tamaño de las NEB y el interés incipiente de las empresas establecidas pueden incidir también en esta situación.

Las ventajas y desventajas de esta estrategia están bien ejemplificadas en el estudio de un caso de este tipo que Katz y Bercovitz realizaron en Argentina (Katz y Bercovitz 1987). El interés de una multinacional de mantenerse en el mercado local, ante amenazas derivadas de la política económica, la llevaron a constituir una asociación con un grupo agroindustrial nacional. Surgió así una empresa con alto dinamismo, e inclusive con actividades innovadoras menores. La tecnología medular proviene del exterior y no es dominada por la empresa.

Sistemas de protección de la propiedad intelectual inadecuados

El uso de mecanismos legales para la protección de la propiedad intelectual de las tecnologías explotadas o en desarrollo es poco frecuente; puede incluso reflejar limitantes legales para proteger las nuevas tecnologías. Ello puede constituirse en una limitante para la transferencia de tecnología, así como desestimular el desarrollo de la industria local.

Planificación, organización y gestión inadecuadas

La gerencia de empresas de base tecnológica tiene diferencias importantes con la gerencia y administración de empresas tradicionales. La informalidad o el carácter tradicional de sistemas y procedimientos de administración de recursos humanos y de planificación estratégica en la mayoría de las empresas estudiadas indican una inadecuada atención al problema de la gestión en función de la innovación, y podría ser consecuencia de enfoques inadecuados para este tipo de empresas en la formación de gerentes y en la investigación y consultoría gerencial.

La debilidad en este aspecto es especialmente problemática en el caso de las empresas establecidas que deben iniciar un proceso de reconversión hacia empresas de base tecnológica con el fin de enfrentar la competencia de las multinacionales. Puede constituirse en un cuello de botella clave si este proceso debe ser acelerado.

La industria de biotecnología posible y sus modelos de desarrollo

¿Cuáles son entonces las oportunidades para el desarrollo local de una industria que explote la biotecnología? Las mismas características de los productos de la biotecnología determinan buena parte de estas oportunidades.

Se trata de productos biológicos que, en el caso de la biotecnología agrícola, son generalmente insumos para la producción agrícola y que, en consecuencia, son altamente sensibles a las condiciones de producción locales. Ello determina que deban desarrollarse en función de condiciones locales o adaptarse a ellas, lo que en muchos casos limita el tamaño del mercado, así como también la posibilidad que sean suplidos por productos importados.

En el caso de los productos de la biotecnología de consumo final y de los insumos industriales, esta sensibilidad a las condiciones locales es mucho menor, lo que hace a estos mercados más susceptibles de ser suplidos desde el exterior.

Hay espacio, entonces, para el desarrollo de una industria local, que en primera instancia tendría una estrategia de producción y mercadeo para aprovechar nichos de mercado. De hecho, es una estrategia que de una u otra forma tienen siete de las empresas estudiadas. Pero también la competencia directa con las importaciones y con las multinacionales puede darse exitosamente en una serie de situaciones, como lo demuestran alguno de los casos estudiados en este trabajo. La competitividad estará definida por elementos tales como la existencia de estructuras de comercialización adaptadas a las preferencias y circunstancias locales y vinculadas a asistencia técnica, por ejemplo, o ventajas derivadas de menores costos de personal o de la localización, condiciones agroecológicas, etc. En resumen, la competitividad puede basarse en una serie de elementos adicionales a la capacidad innovadora en materia tecnológica.

La clave está en la incorporación rápida y eficiente de la nueva tecnología, y especialmente de las tecnologías *enabling* genéricas, es decir, aquellas que permiten su aplicación a muchos procesos y productos, e inclusive a industrias distintas, tales como las técnicas de ingeniería genética, anticuerpos monoclonales, ingeniería de proteínas, etc. Ello resalta nuevamente la importancia del tema del acceso a estas tecnologías y su dominio.

La estrategia tecnológica más común en los casos estudiados es la imitación de los líderes mundiales y adaptación a las condiciones locales, en las que se explota la ventaja que da un mejor conocimiento de los mercados, así como también los menores costos y otras ventajas de la localización. Esta estrategia puede profundizarse mediante la concentración de la actividad de IyD en la mejora de procesos y productos transferidos del exterior, y en particular de las tecnologías de procesos. A diferencia de la estrategia imitativa/adaptativa común en etapas anteriores del desarrollo económico de América Latina, el éxito de esta estrategia exigirá significativas capacidades científicas y tecnológicas (White 1989).

La incursión en el mercado internacional con productos que tienen relativamente mayor valor agregado es posible en circunstancias específicas, como lo demuestran las experiencias de las empresas exportadoras de la muestra estudiada, y en especial de BIOQUIMEX, que ha dominado una alta proporción del mercado mundial de sus productos. La combinación de tecnologías propias con ventajas en el suministro de materias primas y otras derivadas de la localización son elementos clave para ello.

Los principales actores directos de un posible desarrollo de la industria de biotecnología en los países de la Región son las NEB, las empresas locales establecidas, las multinacionales y las NEB de los países desarrollados. De las estrategias y trayectorias de desarrollo de la industria existente y de las limitantes y condicionantes pueden deducirse las características más importantes de un modelo de desarrollo posible, que tendría los elementos que a continuación se analizan.

Consolidación de un sector importante de las NEB

El interés comercial en la biotecnología en la Región nace con las NEB, que son las primeras empresas que buscan explotar comercialmente estas tecnologías. La consolidación de una NEB requiere la superación de varios umbrales. El primero es un umbral técnico, es decir, el desarrollo de la capacidad de producir el producto o servicio seleccionado en la cantidad y calidad requerida por el mercado. Ello implica un proceso de IyD, generalmente informal y realizado sobre la marcha, como lo demuestran los estudios de caso. Pero, simultáneamente a este umbral técnico, o al menos poco después, deberá superarse una barrera financiera fundamental, es decir, la generación de un flujo de caja suficiente para mantener las actividades productivas. Esto es especialmente importante en la Región, dada la inexistencia de mecanismos financieros adecuados de largo plazo que pudieran financiar un período más o menos largo de aprendizaje y desarrollo de las fases de producción y comercialización.

El desarrollo de estas NEB hasta la fecha se da en una situación de mínima competencia interempresas. Es decir, las empresas no tenían de hecho competencia en sus mercados. Ello ha facilitado su desarrollo en condiciones de fuertes incertidumbres y dificultades técnicas. Por otro lado, se trata de mercados limitados, que probablemente no soporten un número grande de empresas. Pero esta situación va a cambiar en el futuro, y en algunos países ya está cambiando. En la medida en que los pioneros son exitosos y demuestran la viabilidad de un concepto básico y la existencia de cierto mercado, generalmente originado en productos tradicionales, estimularán la entrada de competidores, inclusive en algunos casos provenientes de la misma empresa.

Una vez demostrada la viabilidad inicial de la empresa, existen tres opciones básicas para su desarrollo continuado: 1) Permanecer como una firma pequeña de manufactura o de IyD contratada; 2) lograr un tamaño que les permita economías de escala; 3) fundirse o ser adquirida por una compañía grande (Smith y Fleck 1988). En los dos últimos casos debe iniciarse un proceso de crecimiento que les permita alcanzar esas economías de escala, así como también niveles mínimos de inversión en IyD, indispensables para su supervivencia en el mediano y largo plazo. Este crecimiento implica la ampliación de sus mercados nacionales o la exportación.

La ampliación de sus mercados nacionales puede lograrse mediante la diversificación, por un lado, y por la expansión de la demanda, por desplazamiento de productos tradicionales o por crecimiento de la misma, por el otro. Prácticamente todas las NEB son empresas que producen insumos para la producción agrícola y, en consecuencia, la expansión de sus mercados estará estrechamente ligada a la expansión de la producción agrícola que están supliendo. Los mercados de materiales propagativos vegetales, por ejemplo, están definidos por el crecimiento de la producción en el sector que se está supliendo, una vez que se alcanzó el volumen de productos requeridos para el mantenimiento de la producción existente. De las NEB estudiadas, la mayoría suple sectores de exportación. Esto nos indica claramente que la posibilidad de expansión y crecimiento de estas empresas está estrechamente ligada a las perspectivas de la agricultura de exportación.

El logro de ese tamaño o *masa crítica mínima*, de hecho significa pasar de micro-empresas a, por lo menos, empresas medianas. Este proceso puede darse por varias vías, como lo demuestra la experiencia análoga de las NEB en países desarrollados. La estrategia más común internacionalmente es la asociación de la NEB con empresas grandes establecidas, que aportan capital o capacidades de producción o comercialización, y así permiten a la NEB su consolidación. Esta asociación puede darse por medio de la compra, el aporte de capital o por acuerdos entre los socios. La compra de BIOMATRIX por parte de AGROCERES responde a este modelo.

La alternativa menos común será el desarrollo independiente de la NEB hasta convertirse en una empresa productiva competitiva más allá de su ámbito inicial limitado a la biotecnología. Es decir, implica desarrollar capacidades de producción y mercadeo en áreas distintas a la biotecnología. Por ejemplo, se trata de convertir a la empresa de propagación en una empresa de genética vegetal o de semillas, o a la NEB farmacéutica en una empresa con líneas de producción adicionales. La clave aquí será el desarrollo de las capacidades de manufactura y de comercialización requeridas (Smith y Fleck 1988). Entre los

casos estudiados, únicamente BIOS-CHILE muestra signos de esa evolución, pues recientemente ha comprado una empresa farmacéutica tradicional.

Otra alternativa es la unión de dos NEB para alcanzar la masa crítica de recursos que requieren para ser viables. La asociación en emprendimientos conjuntos es una forma más débil de esta alternativa, utilizada por dos de las empresas estudiadas en México. Una variante de esta última forma es el emprendimiento conjunto con una NEB del Norte. Este tipo de asociación para acceder a tecnología será de mayor importancia en el futuro. Al menos una de la empresas estudiadas (COS1) ha establecido una relación de este tipo desde que se realizaron los estudios de caso.

En resumen, estamos frente al embrión de una nueva industria de insumos biológicos para la agricultura e industria en la Región, integrada por empresas pequeñas más orientadas a servicios y por medianas y grandes empresas de manufactura. Solo algunas de las NEB existentes en este momento en la Región lograrán consolidarse en estas nuevas empresas; para ello deberán expandir significativamente sus operaciones y su cobertura en cuanto a productos e incluso sectores a atender (por ejemplo: agroquímicos, semillas, metabolitos secundarios).

Reconversión de empresas de insumos establecidas

Las empresas de insumos agrícolas e industriales existentes son las más vulnerables ante los avances internacionales en la biotecnología. Están obligadas a reconvertirse con más o menos rapidez en empresas basadas en la biotecnología, si quieren tener posibilidades competitivas frente a las empresas multinacionales de este tipo que operan localmente y frente a la importación. Esa reconversión pasa por el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas propias, por su vinculación de alguna forma con investigación pre-competitiva y exploratoria, y por la adecuación de su organización, normas y estilos gerenciales a las exigencias de una empresa de base tecnológica.

El desarrollo de capacidades propias puede acelerarse si se adquieren empresas que cuentan con las capacidades y tecnologías requeridas o se establecen alianzas o emprendimientos conjuntos. El ejemplo de AGROCERES, entre las empresas estudiadas, ilustra esas opciones. La adquisición y posterior absorción de BIOMATRIX y la creación de empresas subsidiarias en asociación con empresas aportadoras de tecnología de países desarrollados fueron utilizadas para acelerar este proceso de reconversión.

Las transnacionales constituyen una amenaza competitiva clara para muchas de estas empresas de insumos establecidas. La apertura de las economías

facilitará sus operaciones, ya sea para importar sus productos o ya para producirlos localmente. Las transferencias de tecnología y de recursos en general se liberalizarán, pero también aumentarán los mercados debido a las iniciativas de libre comercio que avanzan en la Región. Las principales ventajas de las empresas nacionales serán su mejor conocimiento de los mercados y condiciones productivas locales y su mayor flexibilidad y agilidad, como lo demuestran los casos de AGROCERES, SANTA ELENA y LEVAPAN.

Sin embargo, las empresas nacionales están en desventaja en el aspecto decisivo de la tecnología, pues las multinacionales tienen mucho más recursos para su desarrollo. Ello exige de las empresas locales estrategias agresivas de innovación y, particularmente, acceder a la biotecnología. Emprendimientos conjuntos, consorcios de investigación entre empresas regionales, apoyo a centros de investigación independientes, asociaciones con científicos y NEB, son ejemplos de esas estrategias. Al Estado le corresponde un papel relevante, que deberá asumir con mayor seriedad y profundidad, en su responsabilidad de proveer a los sectores productivos locales las bases para su competitividad tecnológica: oferta de personal capacitado de alto nivel y excelencia, apoyo a la investigación precompetitiva y desarrollo, en general, de la infraestructura tecnológica requerida (Tassey 1991).

El caso de LEVAPAN sugiere una importante vía para las empresas nacionales: la transnacionalización. De esa forma se pueden lograr las escalas de inversión requeridas para incursionar con más efectividad y agresividad en el acceso y desarrollo de nuevas tecnologías.

Incorporación de la biotecnología en agroindustrias

La trayectoria de desarrollo de la biotecnologización de las agroindustrias establecidas estará determinada por condiciones macroeconómicas, desarrollos tecnológicos internacionales y la orientación e idiosincrasia de la empresa. Las condiciones de competencia que enfrentan las empresas son importantes para la determinación de su dinamismo. La competencia basada en tecnología será importante, en la mayoría de los casos específicos, más a mediano plazo. La biotecnología será importante para mejorar calidad y eficiencia en esta industria (Sercovich y Leopold 1991). Por ello, las empresas deben posicionarse desde ya para enfrentar el impacto que las biotecnologías tendrán sobre ellas en el futuro y aprovecharlo en su beneficio.

La evolución de las políticas de apertura económica que se aplican en toda la Región será importante a más corto plazo. Esas políticas deberían tener, como una de sus consecuencias, una mayor valorización de la tecnología como elemento competitivo y, en consecuencia, favorecer la incorporación de

biotecnología en aquellos sectores donde ésta promete o ya ofrece ventajas competitivas. La posibilidad de lograr esta incorporación en forma eficiente dependerá de las estrategias de las propias empresas, en primera instancia, pero también de la acción que ellas puedan realizar en forma cooperativa y del apoyo que ofrezcan los gobiernos, particularmente en todo lo referente al sistema innovativo nacional.

Es importante tener presente la experiencia que en situaciones similares tuvieron agroindustrias importantes en la Región. La industria azucarera, por ejemplo, enfrentó condiciones competitivas novedosas a escala global en la pasada década, derivadas de la introducción de nuevas tecnologías para la obtención de edulcorantes, entre otras. Su respuesta a ese desafío no fue muy exitosa, pues se perdieron importantes posiciones en el mercado mundial, con graves consecuencias económicas para los países involucrados.

Las estrategias más importantes para las agroindustrias serán, como sucede en la industria de insumos, el fortalecimiento y expansión de sus capacidades de IyD propias y las de acceso a tecnologías, tales como la vinculación estratégica a otras empresas, los emprendimientos conjuntos o la compra de alguna empresa. También tiene importancia el uso de su influencia en el país en el que operan, importante debido a la posición de peso que muchas de ellas ocupan, para orientar la acción gubernamental y la cooperación interempresas hacia el desarrollo de una infraestructura nacional de apoyo a la competitividad.

Cooperación interempresas

La industria de biotecnología internacional se caracteriza por la amplitud e importancia de las relaciones interempresas, así como también por las relaciones con organizaciones científicas, como ya se señaló. Numerosas alternativas son utilizadas para cooperar en IyD, acceder a tecnología, fortalecer la infraestructura científica y tecnológica básica requerida, etc. A pesar de que existen distintas condiciones en la Región, hay fuertes razones para pensar que el desarrollo de una industria de biotecnología pasa por el establecimiento de un significativo nivel de cooperación interempresas y con organizaciones de IyD, para el desarrollo de tecnología, e inclusive para concretar la manufactura y comercialización de nuevos productos.

La debilidad de las capacidades y recursos disponibles en la Región para IyD y para nuevas inversiones en estas industrias, en comparación con las multinacionales y los países desarrollados, obliga a aprovechar de manera muy eficiente las pocas capacidades existentes. Solo así se podrán alcanzar las

economías de especialización y de escala en IyD requeridas para el logro de una mínima competitividad de la Región como un todo en este campo.

Políticas de apoyo a la industria

En la Región, el desarrollo de la industria que utiliza biotecnologías no se da en un vacío. Se da en un contexto económico y político concreto que tiene influencia directa e indirecta sobre el comportamiento y desempeño de las empresas. Parte importante de ese contexto son las políticas públicas dirigidas al fomento de la ciencia y la tecnología, así como también al desarrollo industrial o productivo en general. Políticas tales como el apoyo financiero al desarrollo tecnológico, la protección de mercados, la formación de personal especializado, la normalización, metrología y suministro de información técnica, la utilización del poder de compra del Estado, entre muchas otras, tendrán una influencia directa en ese proceso. Aquellas que inciden en el ambiente general de negocios, tales como las políticas monetarias, las políticas de comercio exterior, de protección de la propiedad intelectual, de educación, y de fomento de la ciencia y tecnología en general, por ejemplo, influenciarán de manera más indirecta en ese proceso de desarrollo.

La experiencia internacional en cuanto al desarrollo industrial y tecnológico no deja ninguna duda acerca del papel decisivo de las políticas públicas en la creación de capacidades productivas en las nuevas tecnologías. Las modalidades de intervención y apoyo cambian. La importancia del papel del Estado en proveer lo que Tassej define como "infraestructura tecnológica" para posibilitar y fortalecer el crecimiento económico de base tecnológica, que es impulsado por la competencia tecnológica interempresas, está bien comprobada (Tassej 1991).

La infraestructura tecnológica se refiere a los conocimientos científicos, tecnológicos y de ingeniería disponibles para la industria nacional; incluye otros elementos tales como tecnologías genéricas, "infratecnologías" (métodos y datos científicos y de ingeniería que potencian la habilidad de la industria nacional para desarrollar todas las etapas de la actividad económica de base tecnológica) e información técnica. El tipo de infraestructura tecnológica requerida dependerá de los objetivos de política y de la estrategia de desarrollo económico de base tecnológica.

El papel del gobierno en proveer esa infraestructura debe ser continuamente evaluado, redefinido y gerenciado en forma efectiva. En la Fig. 1 se presentan

esquemáticamente los objetivos de política de una infraestructura tecnológica ideal. La importancia relativa de los objetivos referidos a la base científica y a las distintas tecnologías en particular dependerán de la estrategia de desarrollo tecnológico-económico seguida. Una estrategia centrada en mejorar innovaciones originales y en tecnologías de proceso, así como también en la transferencia de tecnología, pondrá mayor énfasis en la expansión y diversificación de la base industrial y la mejora de la eficiencia de la investigación y de la producción, por ejemplo, que en la generación de tecnologías pre-competitivas.

Las funciones de una infraestructura tecnológica pueden ser agrupadas de acuerdo con los siguientes cuatro objetivos generales de política: 1) influir sustancialmente sobre las inversiones del sector privado, por medio del financiamiento del desarrollo de tecnologías genéricas de importancia comercial y del financiamiento de infratecnologías; 2) acelerar el momento en el cual la industria pueda asumir un nivel aceptable de riesgo comercial en el desarrollo de tecnología; 3) proveer en forma oportuna la infraestructura (especificaciones de desempeño, estándares) que ayudan a dirigir el desarrollo tecnológico; 4) proveer en forma oportuna la infraestructura que facilita la comercialización de la tecnología (propiedad intelectual, información técnica y de mercados, etc.) (Tassey 1991).

Los apoyos directos

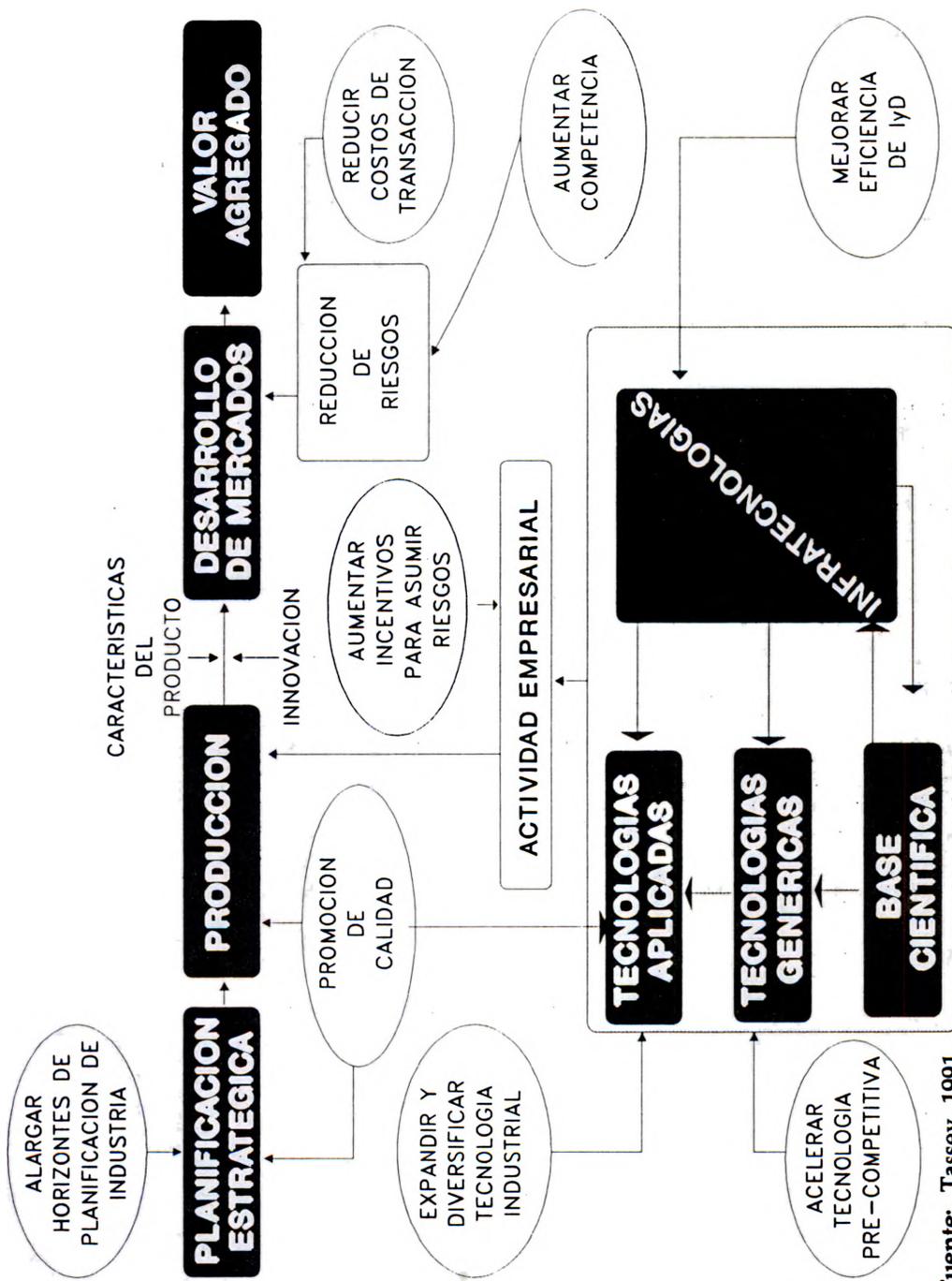
Los estudios de caso realizados permitieron identificar los apoyos directos que las empresas han recibido del sector público, en forma de financiamiento (creación de la empresa, expansión de la producción, IyD e infraestructura de IyD), utilización de capacidades de IyD de organizaciones públicas y capacitación, así como también la importancia de la protección de la propiedad intelectual para las empresas. El financiamiento de actividades de las empresas corresponde al objetivo 2 ya descrito, pues tiene como efecto reducir el riesgo comercial para las empresas y, en ese sentido, acelera la introducción y desarrollo de las tecnologías. La utilización de infraestructuras de IyD del sector público refleja la existencia de capacidades científicas y tecnológicas en tecnologías genéricas por lo cual corresponde al objetivo 1; sin embargo, también puede ser parte del objetivo 2 si se trata de actividades de carácter más aplicado y comercial como, por ejemplo, el desarrollo de productos y procesos. La utilización de instrumentos legales de protección de la propiedad intelectual, finalmente, refleja la existencia de una adecuada política de facilitación de la comercialización de la tecnología (objetivo 4).

En el Cuadro 25 se resume la información sobre el apoyo del sector público recibido por las empresas estudiadas, ponderados según la importancia de esos apoyos para la empresa. Su ubicación en la trayectoria de desarrollo de la empresa que los recibió permite esta valoración. Los casos en los que fueron decisivos para la creación o desarrollo de la empresa se clasificaron como *muy importantes*; incluyen ejemplos tales como el financiamiento total o mayoritario por parte de la banca de desarrollo pública de la creación de la empresa, el desarrollo de la tecnología principal de la empresa en el sector público, etc. Los apoyos que no fueron de una importancia determinante (financiamiento parcial minoritario, tecnologías no centrales para la empresa) se clasificaron como *no importantes*.

El apoyo del sector público en términos de financiamiento de actividades productivas (constitución de las empresas y expansión de la producción) es más importante para las NEB que para las empresas establecidas, como es de esperar en empresas recientemente constituidas. Cinco de las 10 NEB tuvieron apoyo financiero del sector público en ese aspecto y todas ellas se consideraron importantes. De las empresas establecidas de insumos y de las agroindustrias, en cambio, solo dos fueron constituidas con financiamiento público; ambos casos, por cierto, son empresas constituidas para explotar una tecnología desarrollada en la universidad. Tres de esas empresas recibieron apoyos importantes para su expansión.

La importancia del apoyo del sector público a la IyD (el financiamiento de IyD como tal y el de la creación de su infraestructura), es menor para las NEB que para las empresas establecidas. Únicamente dos NEB recibieron un apoyo importante, comparado con tres importantes y cuatro no importantes para empresas de insumos establecidas y agroindustrias. Estas muestran una mayor capacidad y habilidad que las NEB para acceder a y utilizar los apoyos para la IyD que ofrece el sector público.

Esta situación se repite en cuanto a la utilización de las capacidades de IyD del sector público por medio de la contratación o la colaboración. En el caso de las NEB, cuatro empresas utilizaron estas capacidades, que en dos de ellas son consideradas importantes. En cambio, siete empresas establecidas utilizaron organizaciones públicas de IyD y, para cinco de ellas, ello es considerado importante para la empresa. Debe tomarse en cuenta en la evaluación sobre la importancia de la utilización de las capacidades públicas de IyD, que las políticas de contratación de este tipo de organizaciones incluyen generalmente un subsidio implícito, pues con frecuencia no se trasladan todos los costos involucrados en la realización de IyD al contratante (costos de personal, costos indirectos de administración y de amortización de infraestructuras, etc.)



Fuente: Tasseey, 1991.

Fig. 1. Objetivos de política de una infraestructura tecnológica.

Cuadro 25. Importancia del apoyo gubernamental directo para las empresas de biotecnología.

Nombre	Para producción			Para IyD	
	Financ. creación empresa	Financ. expans. produc.	Financ. IyD	Financ. infraest. IyD	Utilización capacidades públicas IyD
NEB					
TECNOPLANT	++	NO	+	NO	NO
BIOMATRIX	++	NO	+	+	NO
BIOPLANTA	NO	NO	NO	NO	NO
BIOS-CHILE	NO	++	++	NO	+
BIOTECNICA	++	NO	++	NO	++
COSI	NO	NO	NO	NO	NO
BIOGENETICA	++	NO	NO	NO	+
GENESIS	NO	NO	NO	NO	++
SEsar	NO	NO	NO	NO	NO
BIOAGRO	NO	NO	NO	NO	NO
Empresas de insumos establecidas					
ALMIDAR	NO	NO	NO	NO	+
PAUL	NO	NO	+	NO	++
AGROCERES	NO	++	+	NO	++
LEVAPAN	NO	NO	NO	++	NO
BIOQUIMEX	++	++	NO	NO	++
SANTA ELENA	NO	++	++	NO	++
Agroindustrias					
COPERSUCAR	NO	NO	NO	NO	+
PALMATICA	NO	NO	NO	NO	NO
ITANSA	+	NO	+	NO	NO
CARRAU	NO	+	+	++	NO
RIVAS	NO	NO	NO	NO	++

++ Muy importante
+ Poco importante

La utilización de instrumentos legales de protección de la propiedad intelectual no es importante en la actualidad, por la reducida competencia interempresas y la utilización de tecnologías no susceptibles de protección. Puede resultar importante en el futuro para facilitar acceso, proteger la industria local de competencia internacional y regular la competencia interempresas local.

La existencia de una infraestructura tecnológica, aun con todas las limitaciones que pudiera tener y que de hecho tiene, ha sido entonces un elemento importante, quizás decisivo, en el desarrollo de la incipiente industria de biotecnología en la Región. Los apoyos directos del sector público a las empresas de biotecnología son, en resumen, importantes para la industria, conclusión a la que también llega Cerantola en su reciente estudio sobre un grupo de NEB del Brasil (Cerantola 1991). De las 21 empresas estudiadas en el presente estudio, únicamente cinco no presentan un apoyo importante, al menos, en algunas de las categorías consideradas. La importancia de esos apoyos para la industria en la Región es mucho mayor que para su equivalente en países desarrollados, debido a las mayores dificultades y riesgos del surgimiento de un nuevo sector productivo de base tecnológica en un país subdesarrollado.

La influencia indirecta de las políticas gubernamentales

La consolidación y desarrollo de una industria de biotecnología en la Región dependerá tanto o más que de los apoyos directos que puede ofrecer el Estado, de las políticas y estrategias generales de desarrollo económico e industrial, de carácter macro como sectoriales. Algunas de ellas son el nivel de protección ante la competencia internacional, el costo y acceso al crédito, las condiciones de la competencia interempresas y el apoyo a las exportaciones. La información sobre las estrategias de las empresas generada en este estudio permite deducir la importancia de algunas de ellas para la industria, aunque su impacto sobre la empresa no fue examinado de manera explícita.

Apertura de la economía

Todos los países incluidos en el estudio aplican en mayor o menor medida programas de ajuste estructural basados en una redefinición de la inserción internacional de sus economías. La reducción significativa, o inclusive la total eliminación, de la protección arancelaria y de otro tipo en el marco de esquemas de integración regional, son los instrumentos más importantes utilizados a tales fines.

Las empresas estudiadas se verán afectadas en forma diferencial por esta política. Aquellas que producen productos específicos para mercados locales, determinados por características biológicas, ecológicas o de otro tipo locales, no se verán afectadas directamente, pues gozan de una protección natural derivada de las características de los productos. Tal es el caso de muchos insumos agrícolas que son altamente específicos con respecto a condiciones locales. El mismo caso se da en aquellas empresas cuya ventaja competitiva está determinada por estructuras de comercialización bien adaptadas a condiciones locales (redes de distribución, relación de confianza mediante la asistencia técnica, etc.)

En cambio, ciertas empresas que producen productos que no tienen estas especificidades locales o que cuentan con mecanismos de comercialización menos individualizados o personalizados pueden verse afectadas por la competencia de productos importados. Las empresas que producen insumos industriales, generalmente menos específicos a condiciones locales que los insumos agrícolas, y productos de consumo final tales como alimentos se encuentran en esa situación.

Ampliación de mercados

La ampliación de mercados es otra política que siguen todos los países de la Región. La estrategia más común es la negociación de zonas de libre comercio u otras formas de integración económica, como lo demuestran las iniciativas del MERCOSUR, del Pacto Andino y del Tratado de Libre Comercio México-EE. UU.-Canadá a nivel regional y las diversas negociaciones entre Chile, México, Venezuela, Colombia, y Costa Rica a nivel bilateral.

Esta política puede revestir gran importancia para las empresas estudiadas, en particular las de los países pequeños y medianos, que ven dificultado su crecimiento por el reducido tamaño de los mercados nacionales. También implica, en muchos casos, una amenaza a su posición en el mercado nacional, con frecuencia monopólica, al dar acceso a empresas similares de países vecinos. Esta última situación es especialmente problemática para empresas de países pequeños que se integran a países mucho más grandes, como son los casos de Uruguay frente a Argentina y Brasil y, eventualmente, en los países de Centroamérica frente a México.

Fomento de las exportaciones

La mayoría de los países estudiados cuentan desde hace varios años con sistemas nacionales de fomento a las exportaciones que generalmente incluyen incentivos fiscales o financieros de otro tipo. No se dispone de información

sobre la importancia de estas políticas para las siete empresas orientadas hacia la exportación de la muestra estudiada, pero se presume que si existen esos incentivos serán aprovechados por ellas. Esos incentivos podrían tener un peso importante en las finanzas de esas empresas, dada la alta proporción de sus ventas exportadas.

La importancia de las exportaciones para muchas de las empresas pequeñas, particularmente las NEB, destaca el papel potencial que una política de fomento de las exportaciones puede tener para la consolidación de esas empresas; para muchas de ellas la exportación es la única vía para crecer y superar así las limitaciones de los mercados nacionales.

Fortalecimiento de la educación y de la ciencia nacional

El origen académico de muchos de los empresarios de las empresas estudiadas, las vinculaciones formales e informales de las empresas con el sector científico, la utilización por parte de las empresas de las capacidades de investigación de organizaciones de este tipo y la importancia crucial del personal altamente especializado para las empresas, constituyen indicadores específicos de la importancia que tiene la existencia de un sector académico fuerte y de calidad en el área disciplinaria correspondiente a las tecnologías utilizadas por la industria.

En tal sentido, es fundamental contar con una política explícita de fortalecimiento y desarrollo de las capacidades académicas requeridas, es decir, de sólidos grupos de investigación en biología molecular y celular de microorganismos, plantas y animales y en ingeniería bioquímica, entre las disciplinas más importantes, así como también de los programas de formación de recursos humanos correspondientes. La existencia de estas capacidades científicas básicas es, en cierto sentido, un prerrequisito para el desarrollo industrial.

Hacia una política de desarrollo de la biotecnología comercial

Los apoyos directos del sector público a la industria, identificados en este estudio, no integran una política específica de facilitación de la utilización de biotecnologías por parte de la industria. Forman parte de políticas más generales de fomento al desarrollo industrial, por un lado (caso del financiamiento de la creación de nuevas empresas y de expansión de la producción, por ejemplo), y de fomento de la IyD y de la innovación en general, por el otro (financiamiento de proyectos de IyD, utilización de capacidades de investigación del sector público, capital de riesgo).

Sin embargo, en muchos países de ALC ya existen políticas gubernamentales dirigidas al desarrollo de capacidades biotecnológicas (Correa 1992a; White 1989). En varios casos, tales políticas se implementan mediante programas nacionales de biotecnología. Dichas políticas brindan apoyo a las actividades de IyD por medio del financiamiento de proyectos, la capacitación de investigadores y la creación de institutos especializados de investigación. Generalmente, los programas carecen de dirección y niveles adecuados de financiamiento. Son el resultado del interés y la influencia política de la comunidad científica, la primera en reconocer la importancia de este nuevo campo. Excepto en Cuba y Brasil, no existen en ALC políticas públicas explícitas dirigidas a la explotación industrial de las biotecnologías.

Las políticas existentes corresponden a la primera fase del desarrollo de las capacidades biotecnológicas, o sea el establecimiento de capacidades científicas básicas. Es esencial que existan grupos activos de IyD en las áreas más importantes de la biotecnología agropecuaria, con el fin de comprender las ciencias básicas involucradas, seguir de cerca las tendencias y acontecimientos científicos internacionales y capacitar personal. El objetivo principal de esas actividades de IyD debería ser dominar las biotecnologías genéricas más importantes, tales como las técnicas de cultivo de tejidos, la ingeniería genética, hibridomas y las técnicas inmunoquímicas, entre otras, con miras a su posterior transferencia a la industria.

En contraste con la experiencia de los países de la OCDE, la investigación científica básica en los países de ALC no producirá directamente oportunidades comerciales novedosas en forma significativa. La escala y el volumen de los esfuerzos de IyD actuales no permiten competir con los países líderes en el desarrollo de tecnologías derivadas directamente de los avances científicos. Sin embargo, como ya se dijo en este trabajo, la investigación básica es, y seguirá siendo, un elemento fundamental del uso comercial de la biotecnología.

En una segunda fase, es necesario desarrollar capacidades en el sector productivo para utilizar las nuevas tecnologías. Para aprovechar las oportunidades productivas de las biotecnologías deberá contarse con políticas adicionales que deben estar centradas en el desarrollo y apoyo de la industria que las utiliza (Jaffé y Zaldívar 1992; Jaffé y Trigo, por publicarse). Los programas antes mencionados no incluyen ese tipo de apoyos.

Se plantea el establecimiento de una estrategia nacional para facilitar y estimular la utilización de la biotecnología por parte de la industria, apropiada a la situación de limitados recursos tecnológicos y de importación de tecnología típicas de los países subdesarrollados (Tassef 1991). Una estrategia de ese tipo, como ha sido propuesta explícitamente para México (Arroyo y Waissbluth

1988), se justifica por la importancia estratégica de la biotecnología para estos países con economías fuertemente basadas en la explotación de recursos naturales renovables, y no necesariamente implica la concentración de todos los recursos en esa única tecnología de avanzada.

En consideración a la argumentación anterior, se concluye que las políticas de desarrollo biotecnológico constituyen un tipo especial de política industrial cuyo objetivo central debería ser el desarrollo de una industria basada en la biotecnología. Tales políticas no podrán implementarse, a menos que las partes interesadas –la industria, los productores agropecuarios y los científicos– movilicen el apoyo político requerido. Un paso importante es la creación de asociaciones de empresas biotecnológicas.

Elementos para una estrategia nacional

Como paso previo en la formulación de cualquier estrategia para el desarrollo de la biotecnología es necesario considerar las limitantes y condiciones nacionales e internacionales. La industria está consolidándose rápidamente en el orden internacional, con el predominio de las corporaciones y los grandes conglomerados multinacionales. La investigación científica y el desarrollo de la tecnología a nivel internacional no responden a las necesidades y oportunidades de los países en desarrollo. Cada vez más, el acceso a las tecnologías se logrará por medio de mecanismos contractuales/comerciales. No obstante, hay oportunidades importantes para lograr acceso a tecnologías y conocimientos; son brindadas por la existencia de una intensa competencia entre compañías, y también por la existencia de un número considerable de nuevas empresas de biotecnología más pequeñas.

Como los países en desarrollo no pueden alcanzar los niveles de IyD, infraestructura y recursos humanos requeridos para ser actores importantes en el campo internacional de la biotecnología, dependerán principalmente de la transferencia y de la inversión externa para explotar esa nueva tecnología. Una condición previa para tal estrategia es que existan capacidades científicas básicas en las tecnologías genéricas que conforman la biotecnología, lo cual permitirá la identificación, selección, transferencia y asimilación de la tecnología necesaria. Un recurso decisivo en este proceso son los grupos de investigación activos, con extensa experiencia y dominio de las tecnologías genéricas o básicas.

Cualquier estrategia basada en la transferencia de tecnología deberá reconocer las dificultades inherentes en este proceso. Como dice Soete (1990), "aunque el uso de tecnología importada para acelerar el proceso de industrialización parece ser fácil, la incorporación efectiva de una tecnología

extranjera es difícil y compleja". En el caso de la biotecnología, contar con capacidades científicas sólidas en la biología celular y molecular constituye una condición *sine qua non* para alcanzar éxito en la transferencia de tecnología.

Son las empresas de base tecnológica, tanto las NEB como las empresas de insumos biológicos establecidas, las que tendrán que llevar a cabo el proceso de transferencia de tecnología. Las estrategias a nivel de empresas deberán concentrarse en el desarrollo y mejora de las tecnologías periféricas, es decir, de producción, manufactura y distribución, y no tanto en las tecnologías medulares. En esta área se definirá la competitividad de las empresas en la presente fase de desarrollo de la primera generación de tecnologías básicas. Ello representa la única posibilidad de competir con las empresas multinacionales que dominan las tecnologías básicas, es decir, desarrollar ventajas de costo, de calidad y de oportunidad en los mercados nacionales y en algunos mercados internacionales bien seleccionados.

Entre las tecnologías de manufactura, distribución y aplicación clave destacan los bioprocesos (tecnologías de fermentación, enzimáticas, de diagnóstico e inmunización, entre las más importantes), las tecnologías "ecológicas" (fijación biológica de nitrógeno, control biológico de plagas) y las tecnologías relacionadas con la nueva fase de industrialización de la agricultura (tecnologías de propagación de plantas, tecnologías de reproducción animal, acuicultura, etc.).

La aplicación de las tecnologías básicas disponibles a necesidades y oportunidades locales es otra opción estratégica, como lo demuestran los estudios de caso realizados. De especial importancia en esta línea es la incorporación de tecnologías de avanzada en agroindustrias tradicionales, para defender su competitividad frente a sustitutos potenciales.

A continuación se describen otros elementos clave de una estrategia para el desarrollo de la biotecnología agropecuaria comercial.

Concentración y excelencia científica

Dadas las limitaciones existentes, es necesario concentrar las escasas capacidades científicas disponibles en un número reducido de prioridades bien claras. Ello permitiría desarrollar capacidades científicas en las tecnologías genéricas decisivas en cada una de las áreas de aplicación importante de la biotecnología (biotecnología de plantas, ingeniería bioquímica, biotecnología animal, recursos genéticos, entre otras). Cada área de aplicación debería contar con un reducido número de centros de excelencia en la Región. Su misión estratégica más importante sería la de apoyar y propiciar el proceso de

transferencia de tecnología hacia la Región y la consolidación de una industria de biotecnología mediante el desarrollo de investigación de calidad internacional y la capacitación. La Unidad de Irapuato del CINVESTAV, del Instituto Politécnico de México, especializada en biotecnología vegetal, es un ejemplo destacado de cómo debe trabajar un centro de esta naturaleza.

Cooperación regional e internacional

La experiencia demuestra el papel fundamental de la cooperación regional e internacional en el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas y en la solución de problemas específicos. La difusión de biotecnologías genéricas básicas a muchos países en desarrollo ha sido posible gracias a programas cooperativos de investigación. Es necesario ampliar la cooperación regional e internacional para que incluya no sólo los centros de investigación sino también los emprendimientos conjuntos o investigaciones cooperativas pre-competitivas con o entre compañías de diferentes países.

Los centros internacionales de investigación agropecuaria (CIIA) del sistema del Grupo Consultivo Internacional de Investigación Agrícola ubicados en países en desarrollo han cumplido un papel decisivo en la difusión de ciertas tecnologías. Por ejemplo, la utilización generalizada de técnicas de cultivo de tejidos en los países en desarrollo es un producto importante de las actividades de algunos de ellos. Es importante que los CIIA continúen su apoyo de la difusión y el desarrollo de capacidades locales en las biotecnologías genéricas (*enabling biotechnologies*) más importantes.

En los países más desarrollados la innovación en el campo de la biotecnología se concentra básicamente en la industria. Por ello, la eficacia de las contribuciones futuras de los CIIA a la producción agropecuaria dependerá cada vez más de sus relaciones directas con compañías en los países desarrollados (como proveedores de tecnologías clave o información, por ejemplo), pero también con las de países en vías de desarrollo (como canales para la adaptación, difusión y adopción de tecnología).

Un clima favorable para las inversiones

Para el desarrollo de una industria local de biotecnología es necesario contar con reglas claras que garanticen la seguridad necesaria para los planes y las decisiones de largo plazo. En tal sentido, dos elementos importantes, relacionados directamente con la biotecnología, son las regulaciones de bioseguridad y la protección de la propiedad intelectual. En general, los países latinoamericanos no cuentan con reglamentos de bioseguridad (Jaffé 1992b), y la protección que dan a las tecnologías basadas en la biología es mínima (Barton

1990; OMPI 1989). En varios países de la Región se llevan a cabo esfuerzos por establecer mecanismos de supervisión de la bioseguridad y fortalecer la legislación que rige la propiedad intelectual, en parte como resultado de fuertes presiones internacionales y bilaterales.

En América Latina, Chile y México han revisado sus leyes, incluyendo relevantes aspectos relacionados con la biotecnología; los países del Pacto Andino han establecido un marco común para una revisión similar (Correa 1992b). Ya se acepta patentar productos farmacéuticos y alimentos, así como también los microbios y los procesos microbiológicos. En México se permite patentar variedades de plantas.

El desafío es promulgar nuevas leyes de protección de la propiedad intelectual y normas generales de bioseguridad que, a la vez que reflejan las tendencias más importantes a nivel mundial, continúan siendo útiles como instrumentos de política tecnológica e industrial.

Programas de transferencia de tecnología

La importancia de la transferencia de tecnología en cualquier estrategia para el desarrollo de la biotecnología en América Latina justifica la necesidad de que existan programas y mecanismos innovadores que la faciliten y aceleren. Las tecnologías son cada vez más apropiables, lo que representa una situación nueva en muchos campos de la producción basada en material biológico. Para que la transferencia de tecnología sea un éxito, entre otras condiciones se requiere la existencia de capacidades tecnológicas y gerenciales en el país beneficiario. Es necesario contar con información sobre oportunidades internacionales y asistencia para las negociaciones de contratos específicos.

Un paso más avanzado será promover emprendimientos conjuntos en materia de tecnología e innovación entre compañías del Norte y del Sur, como las que se proponen en algunas iniciativas recientes para América Latina del Gobierno de España y la CEE.

Oportunidades innovadoras para la inversión

La escasez actual de capital para la investigación pre-competitiva, el desarrollo de tecnología y otras necesidades relacionadas al desarrollo de capacidades en el campo de la biotecnología en América Latina, exige crear mecanismos innovadores para canalizar recursos financieros a estas actividades. Un ejemplo interesante en este sentido es un acuerdo suscrito recientemente por una compañía internacional (Merck) y el Instituto de Biodiversidad de Costa

Rica para realizar prospección de sustancias farmacológicamente activas de organismos vivos y para compartir los eventuales beneficios comerciales que se deriven del proceso. Los fondos generados mediante este contrato son aplicados para conservar y caracterizar la biodiversidad en ese país (Holder 1991; Roberts 1992).

Política de desarrollo de la biotecnología comercial: principales temas

Una política gubernamental de estímulo y apoyo a la incorporación de biotecnologías en el sector productivo debe estar dirigida a superar las limitantes que la industria tiene para el desarrollo de las capacidades requeridas. El presente estudio identificó algunas de esas limitantes, que sugieren los temas centrales de una política de este tipo.

Capital de riesgo

La limitante más importante del desarrollo de la industria de biotecnología en la Región que surge de los estudios de caso es la inexistencia o debilidad de mecanismos financieros para la creación de empresas de base tecnológica, así como también para la innovación tecnológica en general. Ello implica que el riesgo inherente a la actividad innovativa es asumido totalmente por el empresario. Se requieren mecanismos que permitan reducir este riesgo para el empresario, compartiéndolo con actores adicionales. Ellos podrían ser otros agentes privados (fondos de capital de riesgo, bancos, inversionistas individuales) u organizaciones públicas. Con excepción de EE. UU. y, en menor medida, de Gran Bretaña, en todos los países el Estado asume esa responsabilidad ante la falta de tradición y de mecanismos de este tipo en el sector privado.

La actividad de capital de riesgo, en términos genéricos, tiene el objetivo de acelerar la introducción de innovaciones mediante el adelantamiento en el tiempo del momento en que el empresario o la empresa asuma el riesgo asociado a la misma. Ello no necesariamente involucra el financiamiento directo, ya que este objetivo puede conseguirse mediante otras vías que no implican una transferencia directa de recursos financieros. La realización de actividades de IyD dirigidas a generar innovaciones comerciales en el sector público o un emprendimiento conjunto empresa-sector público en materia de IyD, por ejemplo, de hecho significa que el sector público asume parte del riesgo.

Creación de nuevas empresas

El presente estudio pone en evidencia el papel decisivo que revisten las empresas creadas para explotar una nueva tecnología en el desarrollo de una industria de biotecnología y, en consecuencia, en el aprovechamiento del potencial de la biotecnología. Esta acción se constituye en un mecanismo privilegiado para transferir al sector productivo las capacidades y tecnologías requeridas que estén disponibles en el sector académico.

El proceso de creación de empresas de este tipo en la Región es dificultoso debido a la falta de una tradición empresarial en los sectores académicos y públicos, en general, pero también a la falta de políticas específicas de apoyo. Existe una actitud negativa en las organizaciones académicas y de investigación del sector público frente a la actividad empresarial, y no hay mecanismos financieros y de asistencia técnica y gerencial dirigidos específicamente a este tipo de empresas.

Articulación y relacionamiento entre los diferentes actores y la visión estratégica de la industria

La articulación y relacionamiento entre los diversos actores de la utilización comercial de la biotecnología en la Región es débil, aunque bajo las condiciones de escasez de recursos y debilidad tecnológica característica de la Región habría mayores razones para esta estrategia de optimización de recursos. Ello refleja dificultades institucionales y de información que deben ser superadas mediante políticas específicas. Sin embargo, según White, se detecta una tendencia hacia la promoción de relaciones entre la infraestructura científico-tecnológica y el sector productivo en la Región que respondería a esas necesidades (White 1989).

El logro de la necesaria articulación requiere una visión estratégica compartida entre los diferentes actores del papel de la biotecnología en el desarrollo económico y social de la Región. Aún no hay una clara y extendida conciencia de los impactos y de las posibilidades de esta tecnología en los países. El incipiente y tímido involucramiento de las empresas establecidas con la biotecnología es otra manifestación de esa debilidad. A las organizaciones gubernamentales y al sector académico les corresponde un papel determinante en el desarrollo de esta visión estratégica compartida.

BIBLIOGRAFIA

- AGUIRRE, C. 1990. Biotecnología en el Grupo Andino. Algunos esfuerzos empresariales. In Sorj. B. (Org.). La biotecnología industrial en América Latina y el Caribe. Río de Janeiro. UNDP-Fundação Bio-Rio.
- ARORA, A.; GAMBARDELLA, A. 1990. Complementary and external linkages: The strategies of the large firms in biotechnology. *The Journal of Industrial Economics* 38(4):361-379.
- ARROYO, G.; WAISSBLUTH, M. 1988. Desarrollo biotecnológico en la producción agroalimentaria de México: Orientaciones de política. México. CEPAL, LC/MEX/L.77. Mimeo.
- AVALOS, I. 1990. Biotecnología e industria. Un ensayo de interpretación teórica. IICA. San José. Costa Rica. Serie Documentos de Programas N° 18.
- _____. 1992. Notas para la definición de una política de desarrollo tecnológico. In Jaffé, W. R.; Zaldívar, M.E. (Eds). Formulación de políticas para el desarrollo de la biotecnología en América Latina y el Caribe. IICA. Serie de Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos A1/SC-92-05. San José. Costa Rica.
- BARTON, J.H. 1990. Regulatory arrangements for developing nations release of transgenic organisms. Background paper for the Stockholm Environment Institute meeting on a biotechnology advisory service. Suecia.
- BURRILL, G.S.; LEE, K.B. 1990. Biotech 91: A changing environment. San Francisco. Ernst and Young.
- CERANTOLA, W. A. 1991. Estrategias tecnológicas das empresas de biotecnologia no Brasil: Um estudo exploratorio. Tesis de Grado MSc. Brasil. Universidad de San Pablo.
- CORREA, C. 1991. Las nuevas reglas sobre propiedad industrial y sus consecuencias para el comercio de tecnología. *Revista de Derecho Industrial* N° 37, Año 13.

CORREA, C. 1992a. Políticas de desarrollo biotecnológico en América Latina. In Jaffé, W. R.; Zaldívar, M.E. (Eds). Formulación de políticas para el desarrollo de la biotecnología en América Latina y el Caribe. IICA. Serie de Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos A1/SC-92-05. San José, Costa Rica.

_____. 1992b. Tendencias legislativas sobre patentabilidad en biotecnología en América Latina. Mimeo.

DEMBO, D.; MOREHOUSE, W. 1987. Trends in biotechnology development and transfer. New York. UNIDO Technology Trends Series.

FOWLER, C.; LACHKOVICS, E.; MOONEY, P.; SHAND, H. 1988. The laws of life. Another development and the new biotechnologies. Numero especial de Development Dialogue, N° 1-2. Upsala, Suecia, Fundación Dag Hammarskold.

HOLDER C. 1991. The hunt for drugs from nature. Science 254:28, 4 Oct. 1991.

JAFFE, W.R. 1991. La problemática del desarrollo de las agrobiotecnologías en América Latina y el Caribe. IICA. Serie de Documentos de Programas N° 23. San José, Costa Rica.

_____. 1992a. Agricultural research and development investment in some Latin American countries. Science and Public Policy 19(4):229-240.

_____. 1992b. Biotecnología y bioseguridad en el contexto del mundo en desarrollo: Una perspectiva caribeña y latinoamericana. In JAFFE, W.R.; ZALDIVAR, M.E. (Eds) La regulación de la biotecnología con énfasis en la liberación al medio ambiente de organismos modificados genéticamente. IICA. Serie de Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos A1/SC-92-04. San José, Costa Rica.

_____; TRIGO, E. (por publicarse). La agrobiotecnología en América Latina y el Caribe: Elementos para estrategias nacionales. Sometido a la revista Comercio Exterior.

_____; ZALDIVAR, M. E. (Eds) 1992. Formulación de políticas para el desarrollo de la biotecnología en América Latina y el Caribe. IICA. Serie de Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos A1/SC-92-05. San José, Costa Rica.

KATZ, J.; BERCOVICH, N. 1987. Enzimas: Adaptación local y aprendizaje de tecnología. *Argentina Tecnológica* 2(7):14-26.

KENNEY, M. 1986a. *Biotechnology: The university-industrial complex*. New Haven, Yale University Press.

_____. 1986b. Schumpeterian innovation and entrepreneurs in capitalism: A case study of the U.S. biotechnology industry. *Research Policy* 15:21-31.

MURRAY, J. R. 1986. The first \$ 4 billion is the hardest. *Bio/Technology* 4:293-296.

OECD. 1989. *Biotechnology, economic and wider impacts*. Paris.

OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT (OTA), CONGRESS OF THE UNITED STATES. 1988. *New developments in biotechnology, N° 4, U.S. investments in biotechnology*. Washington, D.C.

OMPI. 1989. *Disposiciones legales sobre protección de las invenciones o innovaciones biotecnológicas en los países de América Latina*. Ginebra. WO/INF/30-I.

_____. 1991. Cuestiones referidas al patentamiento de las innovaciones biotecnológicas (WO/INF/63). In *Programa Regional de Biotecnología para América Latina y el Caribe - IICA. Políticas de propiedad industrial de inventos biotecnológicos y de uso de germoplasma en América Latina y el Caribe*. IICA. Serie de Publicaciones Misceláneas A1/SC-91-30. San José, Costa Rica.

PEREZ, C. 1985. Micro-electronics, long waves and world structural change: New perspectives for developing countries. *World Development* 13(3):441-463.

_____. 1992. Cambio técnico, reestructuración competitiva y reforma institucional en los países en desarrollo. *El Trimestre Económico* LIX(1), No. 233:23-64.

PISANO, G. 1991. The governance of innovation: Vertical integration and collaborative arrangements in the biotechnology industry. *Research Policy* 20(3):237-249.

PORTER, M. 1990. *The competitive advantage of nations*. Free Press.

- REDGRAVE, D. 1991. The management of commercial technology. Agro-biotechnology industry in Latin America and the Caribbean. Informe de consultoría para el IICA. Mimeo.
- ROBERTS, E. 1991. The technological base of the new enterprise. *Research Policy* 20:283-298.
- ROBERTS, L. 1992. Chemical prospecting: hope for vanishing ecosystems? *Science* 256:1145-43, 22 mayo.
- SERCOVICH, F.; LEOPOLD, M. 1991. Developing countries and the new biotechnology. Market entry and industrial policy. Ottawa. IDRC-MR 27e.
- SMITH, J. G.; FLECK, V. 1988. Strategies of new biotechnology firms. *Long Range Planning* 21(3):51-58.
- SNOECK, M.; SUTZ, J.; VIGORITO, A. 1991. Políticas y estrategias gerenciales de empresas agrobiotecnológicas en Uruguay. Informe de consultoría para el IICA. Mimeo.
- SOETE, L. 1990. Opportunities for and limitations to technological leapfrogging. In United Nations. *Technology, trade policy and the Uruguay Round*. New York, UNCTAD/ITP/23.
- TASSEY, G. 1991. The functions of technology infrastructure in a competitive economy. *Research Policy* 20(3):237-249.
- TRIGO, E.; JAFFE, W. R. 1991. Biosafety regulations in developing countries with special emphasis on agriculture. *Interciencia* 16 (1):27-33.
- UNITED NATIONS. 1990. *Technology, trade policy and the Uruguay Round*. New York, UNCTAD/ITP/23.
- WAISSBLUTH, M.; TESTART, E.; BUITELAR, R. 1992. Cien empresas innovadoras en Iberoamérica. Programa CYTED-D. Mimeo.
- WHITE, E. 1989. Políticas e instrumentos para el desarrollo de las nuevas tecnologías en América Latina. *Comercio Exterior* 39(11):966-977.

**Esta edición se terminó de imprimir
en la Sede Central del IICA
en Coronado, San José, Costa Rica,
en el mes de noviembre de 1993,
con un tiraje de 1200 ejemplares.**

PROGRAMA II: Generación y Transferencia de Tecnología

El Programa de Generación y Transferencia de Tecnología fue creado como respuesta a dos aspectos básicos: el reconocimiento por parte de los países y de la comunidad técnica y financiera internacional de la importancia de la tecnología para el desarrollo productivo del sector agropecuario; y la convicción de que el potencial de la ciencia y la tecnología sólo puede ser plenamente explotado a partir del desarrollo de infraestructuras institucionales capaces de generar respuestas técnicas apropiadas a las condiciones específicas de cada país, en un marco de políticas que alienten y faciliten la incorporación de nueva tecnología en el proceso de producción.

En este contexto, el Programa II promueve y respalda acciones en los países miembros para mejorar el diseño de políticas tecnológicas, reforzar la organización y la administración de los sistemas de generación y transferencia de tecnología, y facilitar la transferencia internacional de tecnología.

Se espera que estas acciones conduzcan a un uso más racional de los recursos disponibles y hagan más efectiva la contribución para resolver los problemas tecnológicos de la producción agrícola, dentro de un marco de equitativa distribución de los beneficios y de conservación de los recursos naturales.

De acuerdo con el Plan de Mediano Plazo vigente, el Programa de Generación y Transferencia de Tecnología, para abordar estos problemas, concentra sus actividades en cinco áreas básicas:

- Diseño de una política tecnológica.
- Organización y administración en los sistemas e instituciones nacionales de generación y transferencia de tecnología.
- Desarrollo y/o fortalecimiento de los programas de capacitación de los recursos humanos.
- Cooperación recíproca y coordinación internacional en investigación y transferencia de tecnología.
- Formulación e implementación de proyectos de inversión.

El Programa II busca alcanzar sus objetivos primarios contribuyendo a resolver algunos de los principales problemas que limitan el desarrollo agrícola y el bienestar rural en los países de la región. Para ello impulsa y estimula la vinculación de la política tecnológica del sector agropecuario con otros aspectos de la política económica general; ayuda al fortalecimiento de la organización y la capacidad económica de las instituciones tecnológicas, la consolidación de los recursos humanos calificados, la capacitación y especialización de los nuevos cuadros profesionales; promueve la transferencia internacional de tecnología y la integración de la investigación a nivel nacional e internacional.

Importancia especial se da a los esfuerzos regionales que se espera permitan estrechar la amplia brecha que afrontan la mayoría de los países pequeños en cuanto a sus necesidades de desarrollo tecnológico y la cantidad de recursos que pueden invertir.

(Cont.)

**SERIE DOCUMENTOS DE PROGRAMAS
PROGRAM PAPERS SERIES**

- 17 AMERICA LATINA Y EL CARIBE: Pobreza Rural Persistente. *Enero 1990/IICA*
- 18 BIOTECNOLOGIA E INDUSTRIA: Un Ensayo de Interpretación Teórica. *Noviembre 1990/I. Avalos Gutiérrez*
- 19 TECNOLOGIAS DE AMERICA DEL NORTE PARA EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS. *Noviembre 1990/P. G. Muller, R. Riel*
- 20 NUEVAS ESTRATEGIAS EN LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA PARA EL ISTMO CENTROAMERICANO. *Noviembre 1990/ D. Kaimowitz, D. Vartanián*
- 21 LA COOPERACION TECNICA EN LOS PRESTAMOS DE AJUSTE SECTORIAL AGROPECUARIO: La Experiencia Argentina. *Febrero 1991/C. Garramón, E.S. de Obschatko*
- 22 TRANSFORMACIONES ESTRUCTURALES Y RELACIONES INTERSECTORIALES DE LA AGRICULTURA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE. *Agosto 1991/J. Torres Zorrilla*
- 23 LA PROBLEMÁTICA DEL DESARROLLO DE LAS AGROBIOTECNOLOGIAS EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE. *Setiembre 1991/W. R. Jaffé*
- 24 APERTURA ECONOMICA: Características e Implicaciones para el Sector Agroalimentario en América Latina y el Caribe. *Setiembre 1991/R. A. Trejos, C. A.M. Santana*
- 25 BASES PARA UNA AGENDA DE TRABAJO PARA EL DESARROLLO AGROPECUARIO SOSTENIBLE. *Setiembre 1991/IICA*
También disponible en inglés.
- 26 THE SINGLE EUROPEAN MARKET OF 1992: Implications and Policy Options for Caribbean Agriculture. *September 1991/ D. Budhram, L. Rock*
- 27 ARMONIZACION DE POLITICAS Y MODERNIZACION DE LA AGRICULTURA EN CENTROAMERICA: Estrategia en Procesos de Ajuste y Apertura Económica. *Febrero 1992/RA. Trejos, C. Pomareda, D. Herrera*
- 28 MODERNIZACION DEMOCRATICA E INCLUYENTE DE LA AGRICULTURA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE. *Abril 1992/F. Calderón, M. Chiriboga, D. Piñeiro*
- 29 EL COMERCIO INTRARREGIONAL DE GRANOS BASICOS EN CENTROAMERICA. *Junio 1992/ D. Herrera, M. Jiménez*
- 30 EL APOYO TECNOLOGICO NECESARIO PARA PROMOVER LAS EXPORTACIONES AGRICOLAS NO TRADICIONALES EN AMERICA CENTRAL. *Julio 1992/D. Kaimowitz*
- 31 CONSERVACION DE LOS RECURSOS NATURALES, MEDIO AMBIENTE Y COMERCIO INTERNACIONAL: Una visión desde América Latina y el Caribe. *Setiembre 1992/M. Otero, G. Estefanell, E. Trigo*
- 32 DESARROLLO RURAL MICRORREGIONAL Y DESCENTRALIZACION. *Febrero 1993/ M. Chiriboga, O. Plaza*
- 33 SOSTENIBILIDAD Y AGRICULTURA DE LADERAS EN AMERICA CENTRAL: Cambio Tecnológico y Cambio Estructural. *Febrero 1993/ E. Lindarte, C. Benito*
- 34 PROSPECTIVA DE LAS AGROBIOTECNOLOGIAS. *Marzo 1993/R. Quintero*
- 35 DESARROLLO TECNOLOGICO Y ORGANIZACION INSTITUCIONAL: Reflexiones para el Futuro a partir del Caso Argentino. *Mayo 1993/F.M. Cirio*
- 36 PEST RISK ANALYSIS: A Perspective. *September 1993/J.L. Fowler*
- 37 AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD DE LA AGRICULTURA BAJO RIEGO EN BRASIL. *Setiembre 1993/AA. Millar*
- 38 SOSTENIBILIDAD DE LA AGRICULTURA Y LOS RECURSOS NATURALES: Bases para Establecer Indicadores. *Setiembre 1993/IICA-GTZ: R. de Camino V., S. Müller*
- 39 AVANCES EN LAS REFORMAS DE POLITICA ECONOMICA Y COMERCIAL: Efectos en la Agricultura de América Latina y el Caribe. *Octubre 1993/J. Hernández E.*
- 40 LA EXPERIENCIA DE CENTROAMERICA Y REPUBLICA DOMINICANA CON PROYECTOS DE INVERSION QUE BUSCAN SOSTENIBILIDAD EN LAS LADERAS. *Octubre 1993/D. Kaimowitz*
- 41 CARACTERIZACION DEL COMERCIO AGRICOLA INTERAMERICANO. *Octubre 1993/ Mauricio Pérez Salazar, J. Torres Zorrilla*
- 42 LA AGROBIOTECNOLOGIA COMERCIAL EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE: Estrategias Empresariales y Políticas para su Desarrollo. *Noviembre 1993/W.R. Jaffé*

SERIE DOCUMENTOS DE PROGRAMAS
PROGRAM PAPERS SERIES

- 1 LOS PROGRAMAS DE AJUSTE ESTRUCTURAL Y SECTORIAL: Alcances para la Reactivación y Desarrollo de la Agricultura. *Agosto 1987/IICA*
- 2 FOROS INTERNACIONALES SOBRE PRODUCTOS AGRICOLAS: Situación y Perspectivas. *Agosto 1987/H. Rodas Melgar*
- 3 CAPACITACION CAMPESINA: Un Instrumento para el Fortalecimiento de las Organizaciones Campesinas. *Octubre 1987/IICA*
- 4 TECHNOLOGICAL INNOVATIONS IN LATIN AMERICAN AGRICULTURE. *November 1987/A. de Janvry, D. Runsten, E. Sadoulet*
- 5 EXPERIENCIAS EN LA APLICACION DE ESTRATEGIAS PARA COMBATIR LA POBREZA RURAL. *Diciembre 1987/F. Jordán, D. Londoño*
- 6 LAS AGRICULTURAS DE LOS PAISES DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE EN LA CRISIS ACTUAL: Condiciones, Desempeño y Funciones. *Julio 1988/M. Kaminsky*
- 7 LA NUEVA BIOTECNOLOGIA EN AGRICULTURA Y SALUD. *Julio 1988/IICA*
- 8 AGRICULTURA Y CAMBIO ESTRUCTURAL EN CENTROAMERICA. *Octubre 1988/H. Fallas, E. Rivera*
- 9 MEXICO EN LA RONDA URUGUAY: El Caso de la Agricultura. *Enero 1989/C. Luiselli Fernández, C. Vidali Carbajal*
- 10 LA ECONOMICA CAMPESINA EN LA REACTIVACION Y EL DESARROLLO AGROPECUARIO. *Febrero 1989/IICA*
- 11 HUMAN CAPITAL FOR AGRICULTURAL DEVELOPMENT IN LATIN AMERICA. *June 1989/G. E. Schuh, M.I. Angeli-Schuh*
- 12 RURAL DEVELOPMENT IN LATIN AMERICA: An Evaluation and a Proposal. *June 1989/A. de Janvry, R. Marsh, D. Runsten, E. Sadoulet, C. Zabin*
- 13 HACIA UNA ESTRATEGIA TECNOLOGICA PARA LA REACTIVACION DE LA AGRICULTURA DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE. *Julio 1989/E. Trigo, D. Runsten*
- 14 LAS POLITICAS MACROECONOMICAS Y LA AGRICULTURA. *Setiembre 1989/C. Pomareda, R. Norton, L. Reza, J. Torres Zorrilla*
- 15 ACCESO A MERCADOS Y COMERCIO INTRARREGIONAL. *Setiembre 1989/A. de la Ossa, A. Guerra-Borges*
- 16 INVERSION Y MECANISMOS PARA LA MOVILIZACION DE RECURSOS FINANCIEROS PARA LA AGRICULTURA. *Setiembre 1989/R. Vásquez, R. Webb, C. Pomareda, F. Cirio*

(Continúa en el reverso)

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA
Sede Central / Apdo. 55-2200 Coronado, Costa Rica / Tel.: 29-02-22 /
Cable: IICASANJOSE / Télex: 2144 IICA CR / FAX (506)29-47-41, 29-26-59 IICA COSTA RICA