



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

Análisis de experiencias en formación de *clusters* biotecnológicos y la factibilidad de ser creados en la zona central de Chile

MEMORIA DE TÍTULO

Gustavo Alejandro Rodríguez Kukli

TALCA - CHILE
2003

RESUMEN

El desarrollo del sector productivo basado en recursos naturales renovables se enfrenta a la pérdida de las ventajas comparativas que le han caracterizado al compararse con otros países. La biotecnología se ha usado para dar características especiales a cultivos, animales y procesos biológicos. De este modo su desarrollo, de la mano de la actividad empresarial, es una forma de enfrentar y desarrollar la innovación tecnológica en nuestro país. El desarrollo de la biotecnología, la empresa y la investigación se ha juntado en torno a una estrategia organizacional innovadora y efectiva a la vez, conocida como "*Cluster*".

Este trabajo tuvo como objetivos evaluar las experiencias de formación de *clusters* biotecnológicos en el mundo y detectar las condiciones nacionales para formación de enclaves silvoagropecuarios. Para esto se encuestó a una cantidad representativa de individuos, actores de la actividad biotecnológica nacional y posteriormente los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de conglomerados, el cual agrupa los casos en grupos homogéneos. Así, se pudo concluir que existe un conglomerado principal en la región metropolitana, explicado por la alta concentración de recursos económicos en esta zona, asociado a infraestructura para la investigación y una masa crítica de empresas capaces de aplicar los conocimientos. Se puede apreciar otro conglomerado ubicado entre al séptima y octava región, compuesto por un alto número de universidades e investigadores pero que no tienen un número adecuado de empresas donde aplicar los descubrimientos generados a partir de la investigación local.

ABSTRACT

The development of the productive sector based on renewable natural resources faces in Chile the loss of one of the comparative advantages that have characterized it, compared with other countries. The biotechnology has been used to give special characteristics to vegetables, animals and biological processes. It has developed, together with the enterprise activity, as a form to face and develop new technology. Research institutes, universities and companies, have joined around an innovating and effective organizational strategy, called "*Cluster*".

The main objective of this work is to evaluate the experience in the generation of biotechnological *clusters* around the world and detect the conditions involved in the formation of agricultural clusters. For this a representative amount of 65 individuals, related with the national biotechnological activity were interviewed. The data collected were submitted to conglomerate analysis, to group the cases in homogenous clusters. A main conglomerate was detected in the Santiago area (Region metropolitana) explained by the high concentration of economic resources in this zone, associated with research infrastructure availability and companies able to use and apply the knowledge. Another conglomerate was detected in the geographical area between the seventh and eighth region (Talca and Concepción), where a high number of universities are located and one important number of research work is developed. However, there is not an interesting number of companies which can apply the knowledge generated from the local research.

INDICE.

1. Introducción	1
2. Revisión bibliográfica	4
2.1. Orígenes y definición del término <i>cluster</i>	4
2.2. Estructura y bases para el desarrollo de <i>clusters</i>	5
2.2.1. La competitividad en los clusters y sus políticas de desarrollo.....	9
2.3. La territorialidad de un <i>cluster</i> como ventaja competitiva.....	10
2.4. Caracterización del sector biotecnológico.....	11
2.4.1. Evolución mundial del sector biotecnológico.....	13
2.4.2. Caracterización de la biotecnología en América latina.....	14
2.4.3. Desarrollo de la biotecnología nacional.....	16
2.5. Experiencias en el desarrollo de <i>clusters</i> biotecnológicos.....	19
2.5.1. Desarrollo de clusters biotecnológicos en Estados Unidos.....	19
2.5.2. La biotecnología alemana como <i>cluster</i>	21
2.5.3. <i>Cluster</i> biotecnológico en Canadá.....	22
2.5.4. <i>Cluster</i> biotecnológico en Inglaterra.....	24
2.5.5. <i>Cluster</i> biotecnológico Escocés.....	26
2.5.6. <i>Clusters</i> biotecnológicos en Latinoamérica.....	26
3. MATERIALES Y MÉTODO.....	27
3.1. Materiales.....	27
3.2. Metodología de estudio.....	28
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1. Estrategias para la creación de un <i>cluster</i>	31
4.1.1. Políticas gubernamentales en la creación de <i>clusters</i> biotecnológicos.....	32
4.1.2. Políticas del sector privado en la creación de clusters biotecnológicos.....	33
4.2. Factores claves del éxito para clusters biotecnológicos.....	34
4.2.1. Condiciones generales para el desarrollo de un cluster.....	34
4.2.2. Políticas en torno a la biotecnología.....	35
4.2.3. Relaciones entre empresas.....	35
4.2.4. Investigación universitaria y preparación del recurso humano.....	36
4.2.5. Condiciones para la producción industrial biotecnológica.....	36
4.3. Exploración de las condiciones para el establecimiento de clusters biotecnológicos silvoagropecuarios en Chile.....	37
4.3.1. Formación del recurso para desarrollar el área biotecnológica.....	37
4.3.2. Fondos y formas de financiamiento para proyectos en biotecnología.....	37
4.3.3. Legislación y propiedad intelectual.....	38
4.3.4. Políticas de innovación para biotecnología.....	39
4.3.5. Ambiente de cooperación y competitividad empresarial.....	40
4.3.6. Análisis exploratorio para la posibilidad de formar <i>clusters</i> en Chile.....	40
5. CONCLUSIONES.....	45

INDICE DE CUADROS

2.1. Comparación internacional entre empresas dedicadas a la biotecnología, áreas de mercado e información general, 1997.....	13
2.2. Empresas biotecnológicas y áreas de producción más importantes de Latinoamérica	15
2.3. Principales rubros, inversión en I&D y ventas de empresas biotecnológicas nacionales...	17
4.1. Fomento estatal para biotecnología en Chile. Montos totales y porcentaje de asignación de fondos a empresas periodo 1991 - 2001.....	38
4.2. Resumen de las encuestas recibidas, número de casos sometidos al análisis.....	40
4.3. Resumen del análisis no jerárquico, características de la composición de los conglomerados.....	41
4.4. Resumen del análisis jerárquico con tres conglomerados definidos, características de la composición de los conglomerados resultantes.....	42
4.5. Cuadro resumen con los tres conglomerados formados y el número de casos correspondientes a cada uno.....	42
4.6. Cuadro resumen de los casos agrupados en tres grupos, los que incluyen a la región metropolitana en el 3, sexta séptima y octava región en el 2, quinta y extremos en el 1.....	43
4.7. ANOVA para todas las variables del análisis de conglomerados.....	44

INDICE DE FIGURAS

2.1. Esquema descriptivo de la estructura y composición de un <i>cluster</i> tipo.....	5
--	---

1. INTRODUCCIÓN

Desde hace unos quince años, los sectores más dinámicos en términos de inversión y crecimiento en la economía de Chile, han sido los dedicados a las exportaciones, los que se basan en la explotación de recursos naturales renovables. La apertura comercial iniciada en la década de los ochenta, favoreció la cultura exportadora firmemente arraigada en nuestro régimen comercial. Al mismo tiempo, el proceso de reforma económica y democratización exitosa a partir de los años noventa, redujo significativamente la calificación en el riesgo país (Bitran, 2001).

Se puede esperar que este modelo productivo sustentado exclusivamente en la exportación de materias primas basadas en recursos naturales con escaso valor agregado, enfrente restricciones por el lado de la oferta, producto de una mayor competencia en los mercados, y por ende experimente limitaciones para sostenerse indefinidamente en el tiempo (Bitran, 2001).

Como respuesta a la competencia dentro y entre los mercados que han adquirido cada vez un carácter más global, las empresas líderes han debido desarrollar nuevas estrategias, como por ejemplo, concertar acuerdos de colaboración ínter empresariales o descentralizar esfuerzos de investigación y desarrollo (I&D), creando vínculos con instituciones externas como universidades o institutos de investigación (Cervilla, 2001).

De ésta forma, surge dentro de las nuevas teorías organizacionales y empresariales, el concepto de conglomerados o su denominación en inglés "*cluster*", el que ha adquirido una importancia que se respalda en los resultados económicos obtenidos, tanto en países desarrollados como en los emergentes. La definición formal señala que un *cluster* o conglomerado, identifica una concentración geográfica de empresas e instituciones interconectada en un ámbito en particular. Generalmente se extiende, en forma vertical en la cadena de producción hasta la comercialización, y lateralmente hasta la tecnología, proveniente de sectores relacionados como universidades, servicios especializados de educación y apoyo técnico (Arbonés, 2000).

Hoy en día en el mundo empresarial, se observa una tendencia hacia una valoración del conocimiento, dado que éste es crecientemente, una parte integral de los procesos productivos. Los conocimientos científicos se integran a mayor velocidad a estos y

son al mismo tiempo, la base para el desarrollo de nuevos productos o sistemas productivos (Krüger, 2000).

Se ha comprobado que las políticas de desarrollo económico, que apoyan a las firmas individuales o a las grandes industrias, ya no son la opción más viable para todas las regiones o países. Las funciones de producción se están descentralizando, y más operaciones productivas y de gestión se están contratando con firmas externas a las empresas. Ésto está abriendo nuevos mercados locales y creando las oportunidades para que productores medianos y pequeños, funcionen como un *cluster*, lo que ha ayudado a mejorar el desarrollo económico de algunas regiones del mundo (Le Veen, 1998).

Para visualizar la expansión de los *clusters*, se debe comenzar el análisis por uno de los más conocidos en la actualidad, el que se ha dedicado al campo de la informática, emplazado en Silicon Valley, California, Estados Unidos. No obstante son muchos los ejemplos del mundo. Entre ellos se incluyen los distritos industriales de Emilia Romagna (Italia) y Baden Württemberg (Alemania), la ruta 128 (Estados Unidos), los complejos industriales de computadores en Irlanda y electrónica en Escocia, el *cluster* biotecnológico formado en torno a Cambridge y el desarrollo de la biotecnología alemana ligada a la farmacología en la zona del río Rin, todos ellos en los países desarrollados. En los países en desarrollo, cabe mencionar la industria del calzado en Nuevo Hamburgo (Brasil), de electrónica y programas de computación en Bangalore (India) (Ramos, 1999).

De acuerdo a lo anterior parece importante explorar esta nueva forma de organización Inter empresarial llamada "*cluster*", que en muchos países ha representado una forma exitosa para enfrentar la inserción de las empresas en una economía globalizada y altamente competitiva. De esta forma la innovación, elemento clave para un *cluster* se transforma en una estrategia indispensable para el desarrollo de las naciones, donde la biotecnología surge como una posible área de trabajo (ONU, 1992). A juicio de Monckeberg (2000) una decisión desinformada en este tema, podría hacer perder una oportunidad de desarrollo para Chile, más aún con las posibilidades alcanzadas en el último tiempo en materia de acuerdos comerciales bilaterales y de cooperación científica internacional.

Por lo anterior para este trabajo se ha planteado como objetivo general:

- Analizar las experiencias en la formación de *clusters* biotecnológicos en el mundo, y la factibilidad de ser creados en la zona central de Chile.

Por otra parte, como objetivos específicos se han considerado:

- Comparar las experiencias internacionales, en cuanto a las políticas aplicadas, en la generación de *clusters* biotecnológicos.
- Identificar los factores claves de éxito para desarrollar *clusters* biotecnológicos.
- Explorar las posibilidades locales, para la puesta en marcha de *clusters* biotecnológicos silvoagropecuario.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1 Orígenes y definición del término *cluster*

Un primer acercamiento al concepto de "*cluster*", (o analizado como distritos industriales) es propuesto por Alfred Marshall (1890) en su libro "Principios de Economía". El concepto, se genera a partir de los distritos industriales en la Inglaterra de fines del siglo diecinueve, siendo retomado por Schumpeter en la década de los treinta, para definir las agrupaciones empresariales y estudiar los procesos de crecimiento y desarrollo económico, ocurrido hacia fines de la primera década del siglo veinte en Estados Unidos (Corporación Andina de Fomento, 2002).

Porter ha dedicado gran parte de su carrera en la Universidad de Harvard, a analizar con profundidad los *clusters*. Este autor en su libro "La competencia de las naciones", define a un *cluster* como: "Un grupo geográficamente próximo, de empresas interconectadas e instituciones asociadas, vinculadas por características comunes y complementarias entre los proveedores de insumos y equipos, industrias procesadoras y usuarias, así como también, con servicios y actividades estrechamente relacionadas en un campo particular" (Porter, 1990,p. 6). En el mismo libro, el autor hace una clasificación de dos tipos de *clusters*, los de tipo vertical y horizontal, (i) los verticales, se componen de industrias que se agrupan con relaciones de tipo comprador-vendedor, y (ii) los horizontales incluyen a las industrias que pueden compartir un mercado común para productos finales, utilizan una tecnología común, comparten las capacidades del capital humano y también requieren de recursos naturales similares.

Por otra parte, Rosenfeld (1997), se refiere a *cluster* como: "Una concentración geográficamente delimitada, con negocios similares, relacionados o complementarios, con canales activos para las transacciones de negocios, la comunicación y el diálogo, los que comparten infraestructura, mercados de trabajo y servicios especializados, también disponen de oportunidades y amenazas comunes" (p. 10). La definición de Rosenfeld, acentúa claramente la importancia de la interacción social y considera al *cluster* como un foro, por medio del cual se permite fortalecer el dialogo entre gobierno y el sector empresarial y entre los mismos empresarios, guiándolos a trabajar de manera conjunta en actividades prioritarias, para mejorar la posición competitiva del sector productivo que se reúne, formando el *cluster*.

Salazar (2000) elaboró una definición, a partir de los principios que deben ser considerados en la creación de un *cluster* exitoso, considerando los objetivos y las posibilidades que tiene el modelo. Estos son: (i) Identifica áreas de cooperación en conjunto con áreas de competencia; (ii) Acaba con la dicotomía entre países de alto y bajo desarrollo tecnológico, igualando los esfuerzos en investigación; (iii) Produce retornos más rápidos y crecientes a las inversiones; (iv) Al especializar el intercambio, aumenta la productividad de la economía; (iv) Dinamiza el aprendizaje y la innovación, lo cual conlleva a la creación de capital intelectual activo; (v) Diversifica el portafolio exportador y lo hace menos vulnerable a la comoditización .

2.2 Estructura y bases para el desarrollo de *clusters*

La estructura típica de un *cluster* (Figura 2.1), está compuesta por clientes, proveedores de insumos y de servicios, instituciones especializadas como universidades y laboratorios de investigación. Los *cluster*, adoptan formas variables, dependiendo de su especialización, y la mayoría incluyen compañías de productos finales o servicios, componentes, proveedores de infraestructura especializada y maquinarias, instituciones financieras, así como instituciones que ofrecen capacitación, investigación y apoyo técnico (Porter, 1997).

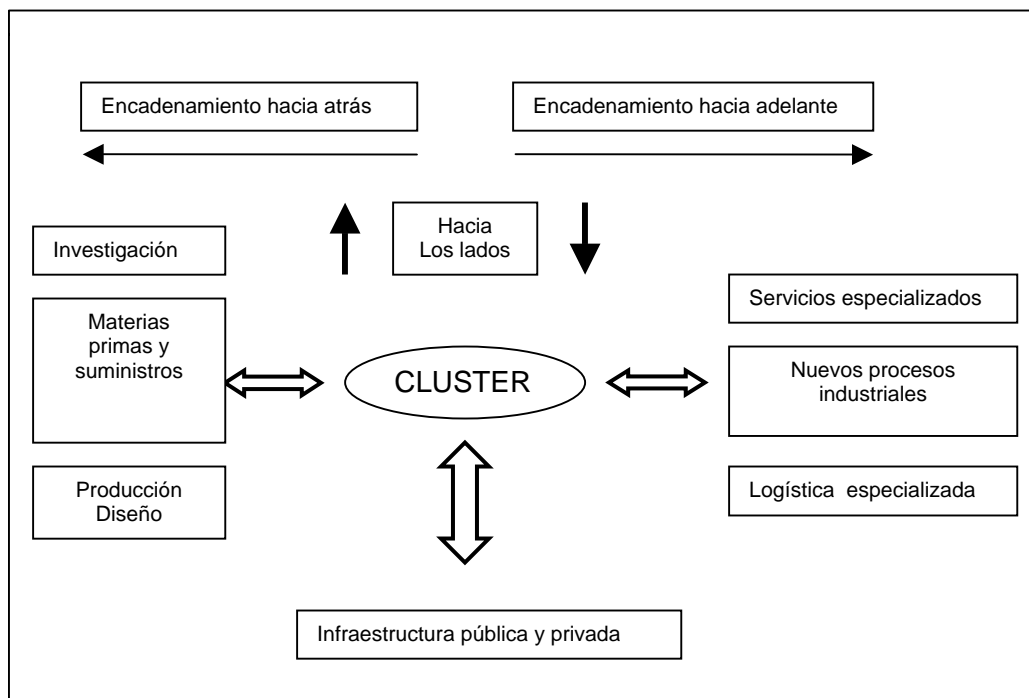


Figura 2.1. Esquema descriptivo de la estructura y composición de un *cluster* tipo.
Fuente: CEPAL, 1999.

La mayoría de los participantes de un *cluster* son competidores, pero éstos cooperan para incrementar la productividad, elevar los índices de calidad y aumentar el nivel de competencia dentro del sector en que se desenvuelven. A través del trabajo en equipo, se logra elaborar planes para el beneficio colectivo, en los cuales, cada uno asume una labor diferente con miras a producir un mismo resultado, que es destacar al *cluster* como un todo (Porter, 1998).

A los *clusters* se les puede caracterizar por abarcar tres dimensiones: primero una dimensión territorial, ya que se ubican en un territorio delimitado y concreto; segundo la dimensión sectorial, al tener relación con un conjunto de empresas cuyas actividades están estrechamente vinculadas a un campo productivo común, y tercero dentro de la actividad productiva, se mantienen relaciones de cooperación activas y entrelazadas para crear una dimensión de cooperación (Ferro, 2001).

Un *cluster* como forma de desarrollo, se fundamenta en un principio de confianza mutua entre los participantes, ya que al operar en un ámbito local de negocios, tienen fuerte incidencia en las tramas sociales y culturales (Altenburg y Meyer-Stamer, 1999). En aquellos *clusters* donde no existe una relación de confianza, se ve limitado el fortalecimiento y permanencia en el tiempo. Por ejemplo, si no existen proveedores confiables para el abastecimiento de materias primas, no ocurre el proceso de descentralización en la oferta de factores productivos (Chávez, 2001).

Otro aspecto relevante para el desarrollo exitoso de un *cluster*, es la convicción frente a los objetivos que motivan a sus miembros a reunirse. Esta seguridad es fundamental por cuanto, su desarrollo es considerado como un proceso continuo y de largo plazo (Confesor, 2000).

La competitividad de los *clusters* depende de un proceso de aprendizaje tecnológico continuo, que comprende conocimientos, habilidades y esfuerzos para lograr una capacidad tecnológica, puesta al servicio de la producción y la innovación. Por esta razón las empresas con capacidad tecnológica, están preparadas para promover el aprendizaje que incrementará su dinamismo (Chávez, 2001).

Una de las estrategias primordiales para el funcionamiento de un *cluster*, es lograr una asociación entre el sector público y privado. A través de esta unión, los integrantes pueden comprender mejor la dinámica de su funcionamiento, lo que permite darle legitimidad al proceso y lograr acciones conjuntas exitosas. Por ejemplo, en el caso de la biotecnología, donde la investigación es una actividad crucial, el papel del gobierno debe ser más activo en la promoción e inversión en proyectos de investigación y desarrollo (I&D), también ejerciendo un importante papel regulador, en relación a las legislaciones para el resguardo de la propiedad intelectual del conocimiento generado (Cornejo, 2002).

El común denominador entre, privados y el Estado, para el fomento de un *cluster*, es establecer instancias permanentes de comunicación, donde sea posible acumular y reproducir los recursos críticos de producción, entre los que destacan: el espíritu y capacidad empresarial, trabajadores de alto nivel, conocimiento en profundidad de cada sector productivo, la cultura local, y las estructuras comerciales y legales de la región donde se localiza (Becattini, 1996).

Al igual que toda actividad económica, en el desarrollo de un *cluster*, debe existir una estabilidad a nivel macro y micro económico, por lo que el Estado tiene un rol fundamental, con relación a establecer normativas para la actividad empresarial, como por ejemplo: establecer banca y mercados de capitales abiertos, tener disponible las bases de información relacionadas con el mercado local y externo, abrir el acceso a los proveedores extranjeros de maquinarias y servicios de alto nivel tecnológico, crear fondos de desarrollo institucionales. Todas estas condiciones, se funden en un clima de negocios, donde los factores de producción, industrias relacionadas y de apoyo, estimulan una fuerte competencia local. Por lo tanto, aunar esfuerzos dentro de los *clusters* para atraer inversión y promocionar las exportaciones (Brenes, 2001; Leguizanon *et al.*, 2001).

Por otro lado, se debe mencionar que existe una diferencia entre la política industrial y la que rige a un *cluster*. En la industrial, el gobierno escoge a sectores clave e interviene, ya sea mediante subsidios, restricciones o regulaciones, en contraste con la política para operar como *cluster*. En esta se promueve el desarrollo conjunto de empresas e instituciones, que por su modo de interactuar generan ventajas competitivas, lo que implica

reaccionar según las tendencias del mercado y no según las decisiones del gobierno de turno que planifica una determinada política industrial (Porter, 1997).

Según Jacobs (1997), el enfoque *cluster*, elimina las estrategias que están basadas en la aplicación de antiguas políticas, consideradas dentro de un esquema defensivo. El *cluster*, como tal, es el punto de partida para una estrategia en la aplicación de políticas tecnológicas ofensivas, siempre y cuando éstas tengan raíces en recursos existentes.

Se ha recopilado evidencia que muestra a la “clusterización”, como un promotor de la eficiencia y flexibilidad individual a través del trabajo colectivo, lo que ha impulsado el surgimiento de productos nuevos, empresas y centros de servicios necesarios para los miembros de un determinado *cluster*. Con lo anterior, se acelera el desarrollo de las empresas y la región donde éste opera. Al mismo tiempo, la demanda de recursos humanos de excelencia, impulsa la aparición de centros universitarios y técnicos, dedicados a la formación de profesionales que son requeridos por las empresas que componen el *cluster* (Confesor, 2000).

En las distintas experiencias de formación de *clusters*, han existido factores socio-históricos y de liderazgo que no son fáciles de reproducir, lo que explica las diferencias observadas entre algunas regiones, con condiciones productivas inicialmente similares, pero con enlaces y sinergias muy distintas. La homogeneidad de habilidades y de intereses de los miembros de un *cluster*, parece ser un factor importante para construir un marco de interacciones, que prevalezca en el tiempo (Congreso Nacional de Estudiantes de Economía, 2000).

Las posibilidades de éxito y de sustentabilidad de un *cluster*, basadas en las condiciones anteriores, están determinadas por la actitud demandante y participativa de los empresarios que estén dispuestos a formarlo. Es en el involucramiento firme y decidido del propio empresario, con actitud emprendedora, donde reside la fuerza y el sostén de éste (Confesor, 2000).

2.2.1 La competitividad en los *clusters* y sus políticas de desarrollo

Cuando se habla de competitividad, es correcto referirse a *clusters*. Porter en su libro “La competitividad de las naciones” señala que, la competitividad muy pocas veces proviene de negocios o empresas aisladas, sino más bien, de *clusters* de negocios que compiten y actúan en campos similares, reforzándose entre sí (Porter, 1990).

El *cluster*, estimula la innovación gracias a su dinámica, de ésta manera, los integrantes conocen las tecnologías aplicables, mejoran la comunicación entre las empresas detectando sus aciertos y errores. Cuando uno de sus miembros nota que otro lo está superando, se ve obligado a innovar, así sus participantes adquieren una velocidad de respuesta ante la demanda, que difícilmente, se puede igualar a la capacidad de reacción de empresas que actúan en forma aislada. Por lo tanto para actuar como *cluster*, es necesaria la presencia de un entramado de relaciones de cooperación en sentido vertical, horizontal y transversal entre las empresas sin pérdida del afán competitivo, inherente a toda unidad empresarial exitosa (Soto *et al*, 2001).

Sengenber y Pyke (1998) citados por Chávez (2001) destacan los beneficios de trabajar como *cluster*, como son: generar mano de obra especializada, la difusión de tecnología, “*know how*” y el interés compartido de atraer capital. Otros beneficios planeados de la acción conjunta son, la cooperación horizontal entre compañías operando al mismo nivel de la cadena de producción; cooperación hacia atrás, que representa cualquier tipo de arreglo contractual o informal entre los proveedores de insumos y productores finales, cooperación hacia delante, la que involucra el intercambio de información de mercados y sus tendencias.

Krüger (2000) y después Chávez (2001), identificaron políticas importantes para fortalecer el desarrollo exitoso de *clusters*, las cuales son aplicadas en el ámbito de las empresas, y en el marco de macro políticas.

Las políticas aplicadas al nivel de empresas deben: (i) invertir en capacitación, con el fin de garantizar una fuente de mano de obra especializada, (ii) mejorar las técnicas de producción e innovación, con el objetivo de eliminar obstáculos, que limitan los procesos de innovación, en el diseño de servicios de apoyo a la producción, (iii) incentivar el diseño y promoción de servicios de investigación y desarrollo (I&D), (iv) crear productos innovadores y de alto valor agregado.

A nivel de *cluster*, las políticas deben dirigirse a: (i) promover programas de contratación de empresas periféricas, (ii) fortalecer la formación de instituciones de auto ayuda, como por ejemplo, asociaciones de productores, (iii) mejorar el papel de instituciones intermediarias para acceder a servicios financieros y técnicos, (iv) crear bases de información para el desarrollo tecnológico de alto nivel.

Al nivel de las macro políticas, éstas deben: (i) dar las condiciones para un ambiente económico estable y favorecer un régimen de libre mercado, (ii) patrocinar enlaces con los mercados globales e incrementar la presencia del *cluster* en la competitividad externa, (iii) asegurar una política fiscal y monetaria estable, que dé confianza a los inversionistas, (iv) generar un sistema financiero, que provea incentivos para invertir en tecnología, y en desarrollo de infraestructura física, de tipo pública y privada, (v) reducir el tiempo y los costos de la burocracia para generar empresas innovadoras.

2.3 La territorialidad de un *cluster* como ventaja competitiva

La existencia de dos o más compañías innovadoras en una misma zona, estimula el crecimiento de otras empresas relacionadas, en torno a un negocio en común. Dada la notoriedad que adquiere el *cluster* en la región de su emplazamiento, las instituciones financieras y los inversionistas locales toman conocimiento de él, interesados por las reducciones en el riesgo del capital. En efecto, el funcionamiento del *cluster* reduce los niveles de riesgo del negocio, tanto para entrar como para salir de un rubro específico, ya que disminuye los costos en algunas de las barreras de entrada, ya que tanto insumos como personal calificado, son atraídos hacia el *cluster*, localizándose en un radio geográficamente próximo (Porter, 1998).

Se ha visto que la concentración territorial, conduce a la integración vertical y a una especialización flexible de las empresas, donde los beneficios de las economías de escala pueden ser aprovechados por medio de la cooperación entre compañías. Siguiendo la idea de territorialidad, Niosi (2001), señala una característica en un *cluster* tecnológico, que es la propagación del conocimiento o externalidades, que son un efecto directo del agrupamiento geográfico de empresas productivas. Sin embargo las experiencias de crecimiento de los *clusters* han sido variadas, ya que las presiones competitivas requieren más que “eficiencia colectiva” para penetrar los mercados globales (Chávez, 2001).

2.4. Caracterización del sector biotecnológico

La biotecnología que se aplica actualmente se puede definir como un conjunto de técnicas avanzadas, que utilizan organismos vivos o compuestos obtenidos a partir de ellos, mediante intervención a escala celular y molecular para obtener productos de valor para el hombre. El término "biotecnología" fue acuñado por Karl Ereky en 1917 y la primera revista científica sobre el tema aparece en 1961 llamada *Biotechnology and Bioengineering*.

Con el desarrollo de la tecnología del DNA recombinante a partir de 1973, la biotecnología entra en una etapa de nuevas posibilidades económicas, generando grandes mercados como el de Estados Unidos. La biotecnología puede considerarse dos niveles de desarrollo: (i) biotecnología convencional, donde los procesos biológicos no son manipulados a nivel molecular y la ingeniería empleada es básicamente de fermentaciones convencionales y (ii) la biotecnología de punta, en la cual, los procesos biológicos son manipulados en los niveles celulares y principalmente moleculares. La ingeniería empleada es la de procesos y sistemas con un alto grado de automatización de controles (Gutiérrez-Correa, 2003).

La industria biotecnológica como actividad económica, está compuesta por cinco integrantes, los cuales están presentes en muchos esquemas productivos del mundo, los que son: (i) Universidades, (ii) Investigadores y empresarios innovadores, (iii) Medianas o pequeñas empresas productoras de insumos, (iv) Grandes empresas agroquímicas, semilleros o compañías farmacéuticas y (v) Sector público (Gobierno) (Muñoz, 1997).

De acuerdo al campo de aplicación, la biotecnología puede ser diferenciada en dos grandes áreas: (i) biotecnología en salud humana y (ii) biotecnología agrícola. Esta última con tres sub áreas: (1) biotecnología animal, (2) biotecnología agroindustrial, y (3) biotecnología ambiental (Asénjo, 2000).

El sector agrario, ha sido uno de los primeros en utilizar la innovación biotecnológica. Durante la década de los sesenta, la selección masal dirigida, fue remplazada por técnicas de fitomejoramiento, evolucionando hasta la actualidad al uso de la biotecnología moderna, la cual utiliza ingeniería genética como una de sus principales herramientas.

El mayor logro de la biotecnología agrícola es el desarrollo de los cultivos modificados genéticamente (GMO), diseñados para controlar enfermedades causados por

agentes de naturaleza fitovirales, control de plagas o facilitar el uso de herbicidas selectivos para los cultivos (Muñoz, 1997; USDA, 2001).

El desarrollo de la biotecnología aplicada, ha tenido importantes avances en investigación y producción. Dentro de estos como ejemplo se pueden mencionar: en 1985 la Sociedad Plant Genetic Systems, incorporó a plantas de algodón, un gen proveniente de *Bacillus thuringensis*, que promueve la síntesis de una toxina (*cry2ab*), la cual tiene actividad letal frente a larvas de insectos. Estos ensayos fueron abalados por la Agencia de Protección Ambiental Norteamericano (EPA) y la comisión francesa de Ingeniería Biomolecular. Del mismo modo, en el combate contra los virus vegetales, se encontró respuesta al aislar el gen de la capsida del virus del mosaico del tabaco (TMV), el que al ser traspasado a tabaco y tomate, transformó éstas plantas en inmunes a este patógeno. Esta experiencia fue llevada a cabo, por Monsanto en colaboración con investigadores de la Universidad de Washington de Saint Louis, Missouri en 1983.

En California la sociedad CALGENE, aisló e introdujo en hortalizas un gen, que inhibe la síntesis de la enzima pectinasa, la que tiene como función degradar la pared celular. Con ésto se logró retrasar la senescencia de frutos, alargando y mejorando las condiciones de post cosecha. En horticultura se han aislado genes responsables de promover la síntesis de colorantes de tipo antocianicos, caroténicos y flavonoides, que mejoran la calidad estética de los productos (Jaffé e Infante, 1996).

En 1993 Kozloff y colaboradores, descubren que *Pseudomonas syringae* y *Erwinia herbicola*, producen una proteína que facilita la cristalización de hielo en las células vegetales en condiciones de baja temperatura. Por medio de delección², consiguieron individuos que siguen siendo saprofitos, pero no son generadores de cristales de hielo, aminorando los daños climáticos en especies hortícolas.

² Pérdida del material genético de un cromosoma, que puede ir desde la pérdida de un solo nucleótido hasta la pérdida de grandes regiones citogenéticas.

2.4.1 Evolución mundial del sector biotecnológico

Los orígenes del desarrollo biotecnológico como industria, son Estados Unidos e Inglaterra, a principios de los años setenta. En estos países, se le ha dado a la biotecnología una importancia estratégica, como parte integral de las políticas para mejorar la calidad de vida de la población y del desarrollo económico. El fuerte avance tecnológico, está respaldado por garantías establecidas para los investigadores, llevadas a cabo por medio de la planeación de políticas y leyes, las cuales protegen la propiedad intelectual, mediante un riguroso sistema de registro de patentes (Fernández, 2002 ; Jaffé y Infante, 1996).

Estados Unidos ha mantenido un liderazgo indiscutido, gracias a una especial combinación de fortaleza científica, capacidad empresarial y capital de riesgo, lo que queda demostrado en una comparación hecha por Ernst & Joung (1997) entre los principales países que producen biotecnología, donde Estados Unidos lidera los porcentajes de participación en negocios biotecnológicos de salud humana y los recursos destinados a investigación (Cuadro 2.1).

Cuadro.-2.1 Comparación internacional entre empresas dedicadas a la biotecnología, áreas de mercado e información general, 1997.

	USA	Europa	Canadá	Australia
Segmento de negocios:				
Terapéuticos(%)	42	27	37	28
Diagnostico(%)	26	17	22	20
Agro-alimentos(%)	8	11	26	18
Suplementos industriales(%)	15	26	3	20
Químicos, otros(%)	9	19	12	14
General:				
Empresas (nº)	716	224	134	-
Empresas publicas (nº)	294	49	59	32
Total empleados (nº)	118000	27500	11000	-
Emp. con < de 50 empleados	33	70	72	-
Ganancias (US\$ bill)	14,6	2,2	0,8	mas de 0,5
I&D industrial (US\$ bill)	7,9	1,9	0,3	-
Inv estatal en I&D(US\$ mill)	6000	4200	300	200-250

Fuente: Ernst & Young, Biotech 97, Europe Biotech 96, Canadian Biotech 97.

Zucker (1998), describe la evolución de las empresas biotecnológicas en Estados Unidos, entre 1967 y 1990. en este periodo se crearon 750 empresas dedicadas a la biotecnología, las que aumentan a 1311 en 1995 y a 1379 en el 2001.

El monto de ingresos generados por negocios en esta área creció un 700 %, de US\$ 41 Bill. en 1995 a US\$ 339 Bill. en el 2001.

Otro país líder es Canadá, donde el sector biotecnológico está compuesto por pequeñas y medianas empresas. Canadá, está ubicado en el tercer lugar entre los países con más empresas biotecnológicas, las que al año 2001 eran aproximadamente 500, distribuidas en un 46% relacionadas a cuidados médicos, 22% agricultura, 11% ambientales, 7% alimentos, 4% acuicultura, 3% bio-informática y 7% no clasificado. El sector público canadiense ha tenido un importante papel en el desarrollo de biotecnología, donde el Estado actúa por medio de institutos de investigación a escala nacional y local, regulando la actividad por departamentos o agencias. Es el caso del Departamento Legal de Defensa de la Propiedad Intelectual y el Sistema Nacional de Innovación (Biotechnology Industrial Organization, 2002).

Hasta el año 1999, la actividad biotecnológica canadiense desarrollada como *cluster* había logrado identificar 4 enzimas para la producción de alcohol y quesos, y 27 plantas modificadas por ingeniería genética (GMO), las que están en la actualidad aprobadas para su uso comercial. En el área de salud humana se han probado 75 drogas y 41 productos para medicina veterinaria (Groote, 1999).

2.4.2. Caracterización de la biotecnología en América Latina

En América Latina, la asimilación del cambio biotecnológico, ocurrió más tarde que en el resto del mundo, comenzando su desarrollo a mediados de los años ochenta. El retraso se debió a la resistencia local de las empresas al cambio tecnológico, y a la falta de capacidad de investigación y desarrollo (I&D). Es necesario destacar que los países como Brasil, Argentina y México, con mayor capacidad universitaria en investigación, han mostrado a su vez, el mayor progreso en la aplicación de biotecnología en el sector empresarial, lo que se muestra en el cuadro 2.2. Se ha observado que en Latinoamérica la mayoría de las empresas no funcionan de manera cohesionada entre sí, pudiendo encontrar solo en Brasil un pequeño *cluster* biotecnológico en el Estado de Minas Gerais, creado formalmente en el año 1999. Este está dominado por la empresa BIOBRAS, la que junto a otras 12 empresas forman *spin-offs*³ de la Universidad de Minas Giráis (Dorngerberg, 2000).

³ Producto accesorio o derivado, de un programa de investigación o desarrollo de tecnología

Cuadro 2.2 Empresas biotecnológicas y área de producción más importantes de Latinoamérica.

	Empresa	Actividades en la biotecnología	Empleados
Brasil	BIOBRAS	Producción de enzimas e insulina	>250
Brasil	VALLE	Producción de vacunas y fármacos	>250
Argentina	Bio Sidus	Producción de fármacos (Interferón)	>250
México	Pulsar	Desarrollo de plantas transgénicas	>250
Cuba	CIGB*	Producción de interferón y vacunas	>250
Venezuela	Polar	Kits de diagnóstico	>250
Chile	Bios-Chile	Kits de diagnóstico	101 – 250

*Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología.
Fuente: Small Enterprise Promotion and Training

Al año 2000 la industria biotecnológica en América Latina estaba representada por un número no inferior a 430 empresas, localizadas en los 14 países más importantes. Los dos polos de desarrollo biotecnológico más importantes son, el *cluster* BIOMINAS en Brasil y el Polo Biotecnológico del Oeste en Cuba. En cuanto a investigación y desarrollo (I&D), existen instituciones de excelencia como el IIB-San Martín⁴ en Argentina, la fundación Oswaldo Cruz y el Instituto Lutz en Brasil, el CIGB⁵ y el CIM⁶ en Cuba, los que han desarrollado ciencia básica e innovaciones biotecnológicas en terapia inmunológica, diagnóstico de salud humana y animal. Por otro lado, en el sector agro biotecnológico existen centros de excelencia en Argentina (INTA⁷), Brasil (CENARGEN⁸), y México (CINVESTAV-Irapuato⁹). En biotecnología aplicada a la industria, destacan el PROIMI¹⁰ en Argentina (fermentaciones), el IPT¹¹ en Brasil, dedicados a la genómica y bioinformática, Brasil es el país más adelantado de Latinoamérica y se ha convertido en un actor principal en el ámbito mundial (Verástegui, 2001).

⁴ Instituto de investigación biotecnológicas, ⁵ Centro de ingeniería genética y biotecnología, ⁶ Centro de inmunología molecular, ⁷ Instituto nacional de tecnología agropecuarias, ⁸ Centro de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología, ⁹ Centro investigación y estudios avanzados. ¹⁰ Procesos industriales microbiológicos, ¹¹ Instituto de pesquias tecnológicas.

Para el financiamiento de proyectos biotecnológicos, en la mayoría de los países Latinoamericanos (a excepción de Bolivia, Ecuador, Guatemala, Paraguay y Perú), existen fondos estatales que promueven la innovación empresarial y la vinculación empresa-Universidad. Un caso relevante es la Fundación FAPESP del Estado de Sao Paulo, cuya inversión en investigación y desarrollo (I&D) avanzada, incluyendo genómica y bioinformática, sobrepasa a la de muchos países latinoamericanos. En la región el gasto total en investigación y desarrollo (I&D), fue en promedio en la última década, solamente un 0.59% del Producto Interno Bruto siendo, Brasil, Chile y Cuba los únicos países que han invertido más que el promedio en el mismo periodo (Verástegui, 2001).

Según Izquierdo (2001), el lento desarrollo biotecnológico Latinoamericano se debe a una política presupuestaria insuficiente. Además, existe falta o debilidad de núcleos o alianzas estratégicas, falta de una masa crítica de científicos y expertos relacionados a investigación y desarrollo, como también debilidad para estimular la innovación y asegurar la tecnología generada, por medio de patentes, licencias y franquicias.

2.4.3. Desarrollo de la biotecnología nacional

La biotecnología en Chile es relativamente joven como industria, dos tercios de las empresas dedicadas a la biotecnología fueron creadas en la década de los ochenta, y el 26% de ellas están relacionadas con el ambiente universitario. El aporte de capital inicial, fue principalmente privado (fondos propios de capital o participación de otras empresas). En los últimos 10 años, alrededor de 30 compañías biotecnológicas han sido creadas, si bien la mayoría de ellas son pequeñas. El 70 % de las empresas tienen algún grado de cooperación en I&D con universidades e institutos de investigación chilenos y 40 % tiene convenios de cooperación con instituciones extranjeras (Dornberger, 2000). Muchas de ellas han permanecido por poco tiempo en el mercado, las que se enumeran en el ANEXO 1 (Asenjo y Allende, 2000).

La actividad empresarial biotecnológica en Chile se ha desarrollado en tres niveles: (i) empresas o industrias que han desarrollado productos o procesos biotecnológicos avanzados, que realizan I&D y comercializan productos o procesos biotecnológicos propios y desarrollados por otras empresas, (ii) empresas o industrias que poseen fondos para I&D,

incorporan y adaptan procesos biotecnológicos propios y desarrollados por otras empresas y (iii) empresas o industrias distribuidora de productos biotecnológicos (Gambardella, 2001, Dornberger, 2000).

Las áreas más destacadas de la actividad biotecnológica nacional están concentradas en salud humana y animal, orientadas a producir kits de diagnóstico para enfermedades humanas y vacunas para ganado, cerdos y pescado. Biotecnología marítima concentrada en moluscos, peces (*Piscirickettsia salmonis*) y algas. En agricultura y silvicultura se trabaja en micropropagación, diagnóstico de patógenos y control biológico de plagas y bio fertilizantes. En el sector forestal la industria de celulosa utiliza la biotecnología para producir pulpa blanqueada y la industria minera está desarrollando proyectos de biolixiviación bacteriana para la extracción de concentrado de cobre (Gil e Irazabal, 1999).

En el cuadro 2.3 y anexo 4 se presenta información acerca de las diecinueve empresas más importantes de la industria biotecnológica en Chile. Las áreas de diagnóstico, químicos, reactivos y enzimas, representan el 53 % de las empresas, el 84% de las ventas, el 87% de las exportaciones, 70% de la inversión empresarial en investigación y desarrollo (I&D) y 68% del personal, del total de empresas en el país (Fernández, 2002).

Cuadro 2.3: Principales rubros, inversión en I&D y ventas de empresas biotecnológicas nacionales.

Actividad	Empresa	I&D	Ventas (US \$ mill)	Exportaciones (US \$ mill)	Empleados
Diagnostico	5	0.82	4.45	0.7	95
Enzimas y Químicos finos.	5	0.16	1.72	0.41	68
Biofertilizantes y Biopesticidas.	2	0.14	1	0	16
Biotecnología ambiental	1	0.16	ND	0	31
Biotecnología Forestal.	1	0.02	0.01	0	3
Control biológico De plagas	2	0.11	0.15	0	22
Ingeniería genética de plantas	3	0	0	0	3
Total	19	1.41	7.33	1.28	238

Fuente: Análisis comparativo de políticas biotecnológicas, 2002.

Uno de los mejores ejemplos de éxito empresarial lo constituye el trabajo realizado por Biosonda, la que ha logrado posicionarse a nivel mundial, a raíz del desarrollo de su

producto conocido como Blue Carrier¹² (posee el 20% del mercado global), elaborado a partir de la proteína hemocianina, que se extrae del molusco loco (*Concholepas concholepas*). En la actualidad, se está trabajando con el apoyo de FONDECYT en el estudio de los mecanismos inmunoestimulantes del Litre (*Lithraea caustica*) conducentes a crear aplicaciones en la terapia de tumores de la piel. En forma paralela, en un proyecto FONDEF con la Universidad Austral de Chile, se busca desarrollar un ensayo basado en técnicas de biología molecular para la detección de tuberculosis en ganado bovino. Adicionalmente a través un proyecto FONSAG se busca generar un test de inmunodiagnóstico para pesquisar el hongo *Angiosorus solani* y el nematodo dorado (*Globodera rostochiensis*) que afectan la producción de papas en el norte (BIOSONDA, 2002)

Los montos de los recursos invertidos en biotecnología en Chile, distan mucho de lo que ocurre en países desarrollados como es el caso de Estados Unidos, donde el año 2001 la inversión ascendió a más de US\$ 7.500 millones. En contraste, Chile destinó en el mismo año US\$10 millones, donde la mayor parte de los recursos provino del sector estatal. Estos son entregados a través de fondos concursables asignados por, FONTEC, FDI y FONDEF (Simonsen, 2001). Un análisis realizado por Dornberger (2000), sobre las actividades de investigación y desarrollo (I&D) en biotecnología entre los años 1997 y 1999, reconoce que hubo financiamiento a proyectos biotecnológicos por parte de FONTEC (34), FDI (5), FONDEF (24), FONDECYT (61), FIA (6) y SAG (3), en que lo aportado por estas instituciones en todo el periodo alcanzó US \$ 23.4 millones, (ANEXO 2).

En cuanto a la distribución del personal de I&D, en Chile existe una alta concentración del mismo en las universidades (dos de cada tres) y una escasa presencia de investigadores en las empresas (6%)(ANEXO 3). Por el contrario en los países desarrollados, un tercio o más de los científicos e ingenieros involucrados en labores de I&D se desempeña en este último tipo de instituciones (Brunner, 2001). Según lo descrito por Muñoz (1999), Chile tiene 42 laboratorios que se ocupan de la biotecnología agrícola, de los cuales el 60 % está en

¹² Producto sobre la base de la hemocianina, una proteína muy utilizada en biomedicina y biotecnología. Se usa para inducir la producción de anticuerpos contra moléculas pequeñas, en el diagnóstico y tratamiento de algunas enfermedades y drogas de abuso y también como agente inmunoterapéutico no específico para algunos tipos de cáncer humano.

la ciudad de Santiago. El 80 % de estos laboratorios forma parte de universidades, por lo que están dedicados principalmente a la enseñanza.

Núñez (1997) investigador del INIA, reconoce la potencialidad de la biotecnología especialmente en agricultura la que presenta temáticas auspiciosas, especialmente en: (i) Producción de variedades y razas mejoradas de plantas y animales, (ii) Lucha contra plagas y enfermedades, (iii) Mejoramiento y conservación de alimentos, (iv) Eliminación de toxinas y aprovechamiento de desechos de la agroindustria, (v) Transformación de materias primas y agregación de valor y (vi) Aprovechamiento de la biodiversidad biología endémica.

En Chile debido a las condiciones de financiamiento se observa otro problema, ya que las empresas biotecnológicas ven restringido el tiempo destinado a la investigación y desarrollo (I&D), lo que les dificulta evaluar sus productos hasta la etapa de certificación, aprobación, y madurez del mercado. De éste modo, las empresas no cumplen con rapidez las condiciones para entrar al mercado, siendo obligadas a asimilar tecnología extranjera, con rápidos ajustes para adaptarlas (Dorngerberg, 2000).

2.5. Experiencias internacionales en el desarrollo de *clusters* biotecnológicos

2.5.1. Desarrollo del *cluster* biotecnológico en Estados Unidos

Algunos de los *clusters* biotecnológicos más importantes se han generado en Estados Unidos, en torno a las ciencias básicas como biología, química, bioquímica y genética. Los primeros indicios, en la formación de redes de cooperación, surgieron desde el sector biotecnológico especializado en farmacología. Algunos de los motivos para trabajar en *clusters*, fueron los altos costos de la investigación científica y adquisición de tecnologías de producción, déficit en regulaciones comerciales y mal manejo de marketing para productos de origen biotecnológico. Muchas veces estos sobrepasaron las capacidades de gestión de empresas pequeñas y medianas (Audretsch, 2001).

Como una forma de superar las dificultades que enfrentó el sector biotecnológico en los Estados Unidos, se organizaron *clusters* localizados en ciudades como Los Angeles y San Francisco (California), Washington D.C, Boston (Massachusetts), Princeton (New Jersey), Connecticut (New York), Greensboro (Carolina del Norte), Bethesta (Maryland), y en los estados de Pennsylvania y Texas (Niosi y Bas, 2001).

La mayor concentración de empresas biotecnológicas, agrupadas en un *cluster* se encuentran en el estado de California, específicamente en el área de la bahía de San Francisco, la que cuenta con el 25% de las compañías biotecnológicas del país. Este auge ha sido impulsado especialmente por el éxito obtenido en Silicon Valley, donde existe una fuerte concentración de capital de inversión y la presencia en la zona de la Universidad de Stanford y la Universidad de California, en conjunto con laboratorios de administración estatal. Luego, en cuanto a tamaño le sigue el *cluster* del estado de Massachussets, donde están instaladas cerca del 10% de las industrias biotecnológicas, apoyadas por la presencia de las Universidades de Harvard, Boston y el Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT). Recientemente aparece un *cluster* biotecnológico ubicado en Seattle, reconocido como uno de los cinco más grandes de Estados Unidos, formado por alrededor de 115 empresas dedicadas a la investigación biotecnológica y biotecnologías médicas (Sainsbury, 1999).

En los *clusters* anteriores, la mayoría de los fundadores de las empresas biotecnológicas fueron científicos de alto nivel, provenientes de universidades locales, que han desempeñado un importante papel en la creación y difusión del conocimiento. Cerca del 50% de estos científicos continúan investigando en laboratorios universitarios (Audretsch, 2001).

Con respecto a las áreas de negocios, los productos terapéuticos corresponden al segmento del mercado más importante, sumando aproximadamente un 75% de las ventas totales de productos biotecnológicos al año. El centro de crecimiento de ésta industria es California, con más de 2500 compañías relacionadas con la investigación de salud humana, las que cuentan con 75 institutos de investigación públicos y privados (Borderick, 2000).

Para Estados Unidos, donde se han desarrollado *clusters* exitosos a escala regional, la existencia de conocimiento científico de alto nivel fue una condición necesaria pero no suficiente, ya que muchos otros factores debieron conjugarse para llevar este conocimiento hasta productos comercializables. Algunos de estos factores fueron: (i) capital empresarial y otras formas de financiamiento, (ii) la existencia de una cultura de negocios y (iii) regulaciones fiscales transparentes (Audretsch, 2001).

Cullen y Dibner (1993), señalaron las primeras estrategias para generar con éxito pequeñas y medianas empresas biotecnológicas agrupadas en *clusters*. Éstas fueron el desarrollo de productos para ser comercializados por las empresas asociadas y formalizar

alianzas entre los representantes de la industria biotecnológica, con el objetivo de reducir el riesgo financiero al manejar costos tan importantes como los de investigación aplicada.

En Estados Unidos existe un fuerte estímulo a la inversión en investigación por parte del gobierno central y los respectivos gobiernos federales, coordinado a través de organismos como el Departamento de Agricultura (USDA), Oficina de Ciencias de Vida y Microgravedad (NASA), el Departamento de Energía para la Oficina de Investigación Biológica y Medioambiente. Estos en conjunto han hecho un aporte al financiamiento de programas de investigación y desarrollo (I&D) por alrededor de US\$ 2.200 Billones (Sainsbury, 1999).

El gobierno central ha logrado desarrollar la industria biotecnológica, creando incentivos tributarios a programas biotecnológicos que impactan positivamente en el desarrollo de *clusters*. Por ejemplo, el Estado de California ha aplicado exenciones tributarias para empresas biotecnológicas del orden de 6% de los impuestos sobre las ventas.

En Carolina del Norte se dan facilidades crediticias para la compra de nuevas maquinarias y tecnología, mientras que en el Estado de Washington empresas de alta tecnología, reciben créditos según el porcentaje de las utilidades que son destinadas para reinversión en investigación. En Massachussets, se ofrecen incentivos fiscales, de un 3% a 15% de descuento en impuestos por créditos de investigación a largo y mediano plazo (Sainsbury, 1999).

2.5.2. La Biotecnología alemana como *cluster*

A mediados de la década de los noventa se dió un fuerte impulso al sector biotecnológico, iniciativa patrocinada por el Ministerio Alemán de Educación, Ciencia, Investigación y Tecnología. Como consecuencia de esta promoción, se desarrollaron varios *clusters* biotecnológicos localizados en tres zonas del país: Munich, Rhineland y Hamburgo (Zeller, 2001).

En Munich, se dieron dos situaciones, primero el apoyo del Estado local a la promoción de programas financiados para biotecnología, y segundo una enorme generación de recursos mediante la privatización del activo público. Además, la ciudad de Munich jugó un interesante papel como polo de atracción para el mercado de capitales privados. Entre éstos destacan las empresas del área de finanzas, estudios legales y consultorías, las que fueron importantes para crear un clima de negocios biotecnológicos amigable. Es notable mencionar

la asociación de laboratorios, universidades y empresas, las cuales formaron una coalición cooperativa y potenciada, que consolidó al sector innovador biotecnológico como uno de los mejores de Alemania.

En la zona del río Rhin, el principal motor para el desarrollo de un *cluster* biotecnológico, fue la presencia de la empresa Bayer S.A., con su división de farmacología ubicada en Wuppertal-Erbelfel (Baviera). Esta empresa es un importante generador de tecnologías y demandante de materias primas, la que por sí sola representa un polo de atracción para un sin número de empresas complementarias. La promoción de biotecnología en la región del río Rhin, combina las metas propuestas en las políticas tecnológicas nacionales, con las políticas de desarrollo económico regional.

En la región de Hamburgo, el desarrollo de la industria biotecnológica se agrupó en torno al tema médico, teniendo éste sector una expansión modesta en comparación con los otros dos lugares descritos (Zeller, 2001).

2.5.3. Cluster biotecnológico en Canadá

Canadá ha trabajado en temas referidos a la biotecnología, desde fines de la década de los setentas, cuando ésta fue apoyada por el primer ministro de Canadá. Luego en 1980, se estructura una entidad compuesta por representantes de la industria biotecnológica, universidades y el gobierno, como resultado se crea en 1983 la Estrategia Nacional sobre Biotecnología (National Biotechnology Strategy – NBS) que contó con un financiamiento por \$ 13 millones de dólares Canadienses anuales desde 1983 hasta 1997.

Originalmente las universidades canadienses se concentraban en investigación de tipo básico, mientras que para la industria lo importante era el uso de tecnología para diseñar productos innovadores. Por esta razón, la investigación gubernamental ha tratado en cierto modo de estar en medio de estas dos actitudes. El hecho de pactar alianzas estratégicas y funcionar como un *cluster* y de planificar políticas de inversión en común, tiene sentido y se justifica al considerar la escasa infraestructura básica que poseían las compañías biotecnológicas en Canadá a principios de los años ochenta; en general, el requerimiento de equipos científico profesionales de excelencia dueños del conocimiento y la experiencia, constituyó para muchas empresas una barrera demasiado grande para ser superada por sí

mismas. Por este motivo la red de organizaciones nacionales y regionales planificaron y firmaron el acuerdo sobre biotecnología, el que estableció principios para trabajar en *clusters*, con el objetivo de minimizar la duplicidad de esfuerzos e incrementar la efectividad en investigación. Como parte de este cambio hacia el aumento de la eficiencia, las organizaciones nacionales trabajaron en la formación de una sola organización nacional coordinadora, dirigida a la industria biotecnológica.

Con el tiempo, la comunidad financiera se ha convertido en un factor importante orientado al fomento y desarrollo de la industria biotecnológica. Con este fin, existen fondos disponibles para las distintas etapas del ciclo de innovación, desde financiamiento para tecnología de soporte en la etapa de investigación y desarrollo (I&D), hasta la etapa de la oferta de productos. Para el financiamiento de estas políticas de apoyo, la mayor parte del dinero en efectivo provino de capitales empresariales y de fondos de pensiones (Groote, 1999).

Otro aspecto que se repite en Canadá y en otros países, es la investigación realizada por las Universidades, considerada un factor clave para explicar el tamaño alcanzado por los *clusters*. Esto se suma a la cercanía con laboratorios e instituciones de investigación, donde hay una relación directa entre el número de graduados, y el centro urbano donde se desarrolla la clusterización biotecnológica.

La ubicación de los principales centros de desarrollo biotecnológico que gestionan como *cluster* están en: Toronto, Montreal y Vancouver. Los centros biotecnológicos han emergido alrededor de núcleos urbanos de dimensiones grandes y medianos, como los anteriormente mencionados. Hasta el año 2000, Canadá contaba con 350 empresas biotecnológicas, 71 de las cuales eran públicas, distribuyéndose en: 46 relacionadas con salud humana, 62 de biotecnología agrícola, 32 de medioambiente, 20 de productos alimenticios y 151 en otras áreas (Niosi, 2001).

Es importante mencionar un *cluster* de biotecnología agrícola, localizado en la provincia de Saskatchewan, donde se encuentra la agencia coordinadora Ag-West Biotech SCAWB que ha creado interfases entre la industria, gobierno y las comunidades científico académicas locales. Como resultado de la clusterización, entre los años 1991 y 1999 la industria biotecnológica agrícola en esta región ha crecido desde las 5 empresas que lo iniciaron, hasta formar un conglomerado de una treintena (Mc Laughlin, 1999).

2.5.4 Cluster biotecnológico en Inglaterra

Los *clusters* biotecnológicos, en este país nacieron a partir de pequeños y medianos negocios, instalados en Cambridge y Oxford, donde también se produjo una estrecha relación de cooperación entre empresas biotecnológicas, grandes empresas farmacéuticas y centros públicos de investigación. Los éxitos logrados se basaron en los avances de genómica humana, a la cual le asignaron un gran potencial de desarrollo económico y social. Con el paso del tiempo y la consolidación de las redes de cooperación, el ámbito biotecnológico de mayor desarrollo en los últimos años ha sido el relacionado con la biofarmacología médica. Otras áreas con un menor rango de crecimiento han sido los *clusters* agro-alimentarios y de tecnologías bioambientales (Cooke, 2001).

Como se ha mencionado el *cluster* formado en torno a Cambridge, consta de alrededor de 200 empresas, las cuales se distribuyen en las siguientes áreas: 41% farmacéuticas, 20% instrumentación, 17% alimentos agrícolas de origen biotecnológico, 11% diagnóstico, 7% reactivos químicos, 4% Energía. En cuanto al desarrollo de la agro biotecnología, una parte importante de las empresas reunidas en torno a Cambridge, han hecho avances en la investigación productiva en torno al desarrollo de plantas modificadas genéticamente (GMO). La infraestructura para la investigación, en el *cluster* de Cambridge proviene de universidades y hospitales existentes en la zona. Además aquí existe una organización que es responsable de unir a las empresas e instituciones en torno a objetivos comunes de tipo regional para el fomento de la industria biotecnológica, que es la Eastern Region Biotechnology Initiative (ERBI) (Eastern Region Biotechnology Initiative, 1999).

En el caso del *cluster* ubicado en torno a Oxford, la mayoría de las empresas creadas tienen como origen común a la Universidad del mismo nombre. Esta región tiene como ventaja buenos medios de comunicación y transporte con Londres y con la mayoría de las empresas farmacéuticas del Sur Este de Inglaterra (Saisbury, 1999).

2.5.5 Cluster Biotecnológico Escocés

En el año 1992, el gobierno de Escocia contrató al profesor Porter, quién realizó un completo estudio con el objetivo de reconocer los sectores de este país con mayor potencial para trabajar como *cluster*. Como resultado de este estudio fueron seleccionados cuatro *clusters* pilotos, Biotecnología, Alimentos y bebidas, Semiconductores, petróleo y gas, donde los criterios de selección se basaron en: (i) Perspectivas globales de crecimiento, (ii) Potencial de fortaleza competitiva, (iii) Ventana de oportunidad, (iv) Demanda para la industria (Pollock, 2000).

En general, para desarrollar la estrategia de *cluster*, las organizaciones y el gobierno participante concentraron sus esfuerzos en construir una masa crítica de nuevas empresas, con desarrollo de investigación propia e involucrando a terceros (laboratorios de investigación). También buscaron la forma de mejorar la presencia y la competencia en el extranjero entre empresas del mismo rubro y finalmente, extender los lazos de trabajo locales e internacionales.

Específicamente en el caso del *cluster* biotecnológico, el gobierno tuvo una importante participación en la inversión de proyectos de investigación y desarrollo (I&D), y al mismo tiempo desempeñó un importante papel regulador, relacionado con la propiedad intelectual del conocimiento generado. En el caso escocés, la asociación entre Estado y privados reunidos en torno al *cluster*, ha permitido borrar la línea que los separa, debido al intercambio de profesionales que se mueven entre los dos sectores. Cabe destacar, que en la iniciativa para formar *clusters*, fue importante la confección de un mapa para describir la situación en que se encontraba la biotecnología al momento del estudio, y también para identificar los escenarios futuros, con el objeto de reconocer la situación a la que deberían llegar los componentes del *cluster*, en un plazo de cinco a diez años (Pollock, 2000).

2.5.6 Clusters biotecnológicos en Latinoamérica

En Latinoamérica se han registrado pocas iniciativas de *clusters*. Los de tipo biotecnológico, han rendido frutos de forma irregular, pero con una fuerte conciencia por parte de la comunidad empresarial y científica hacia el desarrollo de la biotecnología, como es el ejemplo de Curitiba y Porto Alegre en Brasil. La generación del *cluster* de Porto Alegre

comenzó en el año 1995, con el proyecto Porto Alegre TECNOLPOLE, con la misión de transformar a la región, desde un centro metropolitano a un núcleo económico basado en el conocimiento, patrocinado por la Universidad Federal de Río Grande del Sur y la prefectura municipal de Porto Alegre (Bortagaray, 2000).

Otra experiencia de *cluster*, se llevó a cabo en la Habana, Cuba donde el gobierno ha hecho importantes esfuerzos para crear un polo de desarrollo en el área de investigación biotecnológica, dedicado a salud humana, con un énfasis en la valoración de la medicina natural local y la rica tradición de hierbas medicinales. Se estima que en el periodo comprendido entre 1959 a 1991 el Estado cubano ha invertido cerca de US\$ 300 millones en investigación y aplicación de biotecnología farmacéutica. Debido al sistema socioeconómico imperante en la isla, se hace muy difícil operar hacia el extranjero como un *cluster*, no obstante el mejor socio económico y estratégico que tienen es Canadá, con el que han establecido una relación comercial en donde colaboran con el financiamiento, comercialización y distribución. Los cubanos, han hecho grandes esfuerzos para extraer beneficio económico de esta industria, por medio de exportaciones de alta tecnología a Latinoamérica, mediante la venta de licencias de drogas y tecnologías médicas, reportando un monto promedio de ventas de US\$ 100 millones de dólares al año (Nash, 1996, Tancer, 1995).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Materiales

En la recopilación de información se utilizaron fuentes de información secundaria como: publicaciones, seminarios y ponencias de analistas económicos y científicos dedicados a investigación biotecnológica, ligados a instituciones de desarrollo público y privado en Estados Unidos, Europa y Latino América. El principal medio de búsqueda de información fue INTERNET, donde el tema *cluster* está ampliamente desarrollado.

Una segunda fuente de información, de tipo primario, fue una encuesta diseñada para obtener las características de ubicación, productos y tecnologías aplicadas, vínculos con universidades u otras empresas, financiamiento y personal que en ellas trabajan (Anexo 5).

Dicha encuesta, se realizó con preguntas de tipo cerradas y abiertas. Se distribuyó por medio de correo electrónico y entrevistas personales, aplicada a individuos seleccionados, de entre las empresas nacionales de tipo agrícola, agroindustrial, forestal y medioambiental, que elaboran productos e insumos, aplicando o asimilando biotecnología según la investigación realizada por Dogenberg (2001) donde caracterizó a las empresas biotecnológicas nacionales, que contabilizó un total de 54 empresas, de las cuales se recibió 30 respuestas.

También se consultó a institutos y laboratorios biotecnológicos, que en su mayoría dependen de universidades, orientados a la investigación y docencia biotecnológica, con posibles aplicaciones a los sectores agropecuario, forestal y medioambiental. De este modo, se contó con una base total de 32 laboratorios y centros de investigación al año 2001, de las cuales 20 respondieron a la encuesta (Dogenberg, 2001).

3.2. Metodología de estudio

La metodología de investigación utilizada, buscó exponer de forma cualitativa las políticas y acciones implementadas en distintas regiones del mundo, donde se han desarrollado *clusters* biotecnológicos. Tomando como base estos casos, donde la biotecnología se ha desarrollado como un polo de dinamismo económico, se quiso detectar las condiciones y posibilidades existentes, a escala nacional, donde el área agro biotecnológica pueda trabajar bajo el esquema de *clusters*.

La metodología considera las siguientes etapas:

1. Recopilación de las distintas políticas (gobierno y privados) que participan en la generación y desarrollo de un *cluster* biotecnológico. En la búsqueda de políticas exitosas, se analizó lo ocurrido en países como: Estados Unidos, Canadá, Inglaterra, Alemania y Brasil principalmente. El análisis antes mencionado, fue hecho basándose en la bibliografía recopilada a partir de las experiencias en *clusters* biotecnológicos del mundo.

2. Clasificación y descripción de los factores claves del éxito, según su área de aplicación u origen, agrupándolos en temas como: (i) fomento para desarrollo de *clusters* biotecnológicos, (ii) políticas en torno a la biotecnología, (iii) condiciones de las empresas biotecnológicas, (iv) investigación universitaria y preparación de capital humano y (v) características de la actividad productiva biotecnológica. La identificación de los factores claves del éxito, se realizó mediante una investigación de la bibliografía existente, la cual señala a los factores claves de forma explícita o implícita en cada región donde la idea de un *cluster* biotecnológico se ha impulsado. Cabe señalar que cada rubro empresarial es distinto, por cuanto sus materia primas y productos finales también lo son, por lo que los factores claves del éxito aquí enumerados son propios del sector biotecnológico.

3. El último paso en el análisis realizado, quiso dar a conocer los posibles *clusters* agro biotecnológicos en la zona centro sur del país. Con este fin, se sometió la información obtenida por la encuesta a un análisis de conglomerados.

El análisis cluster de conglomerados, es la denominación para un grupo de técnicas multivariantes, con carácter exploratorio y descriptivo. El propósito principal es agrupar objetos, a partir de una matriz de casos-variables basándose en las características similares que éstos poseen. El valor teórico de dicho análisis se sustenta en el conjunto de variables planteadas,

que representan las características utilizadas para comparar los objetos de estudio, colocando las observaciones más parecidas en grupos homogéneos (Hair et al.1999)

Para realizar un análisis coherente usando el método de conglomerados, se usaron variables que caracterizan al sector biotecnológico internacional, las cuales son aplicables en el país y en las empresas e institutos de investigación consultados. Las variables involucradas fueron: i Ubicación (Región, Comuna, Kilómetros de Santiago), ii Cartera de productos, iii Tipo de proceso, iv Mercados, v Participación en el mercado, vi Contratos con Universidades, vii Pertenencia a asociaciones, viii Monto de inversiones en I&D, ix Origen de las inversiones de I&D. x Cercanía a puerto o aeropuerto, xi Profesionales.

Debido a la variabilidad de las escalas en que se midieron las variables usadas, se procedió a realizar una estandarización por variables, también conocida como puntuaciones Z. Esta es una función de distancia normalizada, que utiliza una medida de distancia Euclídea que transforma los datos originales. Este proceso convierte cada puntuación de los datos originales, en un valor estandarizado con una media de 0 y una desviación estándar de 1. Por lo tanto, al utilizar las variables estandarizadas se eliminan los efectos debidos a las diferencias de escala no sólo entre las variables, sino para la misma variable (Ferran, 2001).

Una vez estandarizados los datos para cada variable, el análisis de conglomerados, se creó una matriz de $n = 50$ número de individuos de la muestra y $p = 14$ numero de variables observadas. El análisis de conglomerados asocia casos similares por medición de distancias Euclídeas entre dos puntos, y que es generalizable para más de dos variables, la que opera con la formula siguiente:

$$D_{ab} = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

Donde: D_{ab} = Medida de disimilaridad (distancia) para pares de datos de cada caso.

X_i, Y_j =Valores de los datos observados para cada par de variables.

La medida de distancia usada, en realidad es una medida de diferencia, donde los valores elevados indican una menor similitud, y por el contrario los valores pequeños indican mayor semejanza. Los conglomerados de observaciones difieren de acuerdo a la proximidad de una observación con respecto a otra (Hair. J et al.1999).

En el siguiente paso, se utilizo un algoritmo para obtener conglomerados de tipo jerárquico. Una característica importante de los procedimientos jerárquicos, radica en que los

resultados obtenidos en un paso previo siempre necesitan encajarse dentro de los resultados del siguiente paso, creando algo parecido a un árbol. El modelo usado para su representación es un dendrograma.

El método usado para generar los conglomerados es el encadenamiento medio, el cual utiliza el criterio de aglomeración como la distancia media de todos los individuos de un conglomerado con todos los individuos de otro. El enfoque del encadenamiento medio tiende a combinar los conglomerados con variaciones reducidas dentro de éste y no depende de valores extremos que pueden arrojar conglomerados aislados de un solo valor. Tiende también a la producción de conglomerados con aproximadamente la misma varianza (Hair *et al.* 1999).

La distancia entre dos conglomerados se calcula como la distancia promedio existente, entre todos los pares de elementos de ambos conglomerados mediante la siguiente formula:

$$D_{AB} = 1/n_A n_B \sum_{i \in A} \sum_{j \in B} d_{ij}$$

Donde : D_{AB} = Distancia entre dos conglomerados.

n_A = Número de observaciones en el conglomerado A.

n_B = Número de observaciones en el conglomerado B.

d_{ij} = Distancia Euclídea entre variables del par de conglomerados.

En la etapa final del análisis, se obtuvieron dendrogramas, que son la representación gráfica de los grupos obtenidos, los que muestra como el proceso de iteración del método jerárquico se unen en pasos sucesivos. El aspecto del dendrograma es el de un árbol, donde los casos están representados mediante trazos horizontales, que llegan a la etapa de la fusión con otros casos mediante trazos verticales.

La distancia entre las etapas de la fusión, es proporcional a la diferencia o heterogeneidad de los conglomerados; así, grupos formados con trazos cortos representan conglomerados más homogéneos que aquellos que se juntan a distancias mayores. Para la interpretación de los dendrogramas, la primera iteración debe ser omitida ya que cada caso representa un conglomerado, y la última iteración crea un único grupo reuniendo a todos los casos. Hair (1999) sugiere predeterminedar un número de conglomerados de acuerdo a cada estudio en particular.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Estrategias para la creación de un *cluster*

A través de las experiencias investigadas, se constata un origen común para la clusterización de la actividad biotecnológica, el cual nace, de la necesidad de reformular los esquemas y estrategias productivas. Ya no son suficientes *per sé* las ventajas comparativas inherentes a cada país o región, y los antecedentes recopilados son una muestra de la forma como se han reunido empresas biotecnológicas en torno a un *cluster*, potenciando las capacidades y recursos preexistentes.

El enlace y la cooperación mediante *clusters*, existente entre los miembros del sector productivo y de la investigación, han sido promovidos, en la mayoría de los casos, por parte del estado y en algunos casos puntuales exclusivamente por iniciativa del sector privado. La primera acción por parte de los interesados en formar *clusters*, ha sido contratar a especialistas de vasta trayectoria como Porter, Condo y Leguizanon. En países como Estados Unidos, Colombia, Escocia y Bolivia, estos analistas han identificado y estructurado *clusters* en torno a actividades productivas de manufactura, agrícola, tecnológica, energía, turismo, etc. Al mismo tiempo, desde los gobiernos centrales, han sido creadas instituciones de fomento a la innovación y desarrollo para las áreas estratégicas que componen los *clusters*.

En todos los *clusters* biotecnológicos, se observó una estrecha relación entre empresas pequeñas y medianas y el sistema de investigación universitario. Logrando una sostenida evolución de la actividad productiva, con objeto de satisfacer la demanda por productos e insumos agrícolas, farmacológicos y químicos. Ejemplos destacados de esto son países como Canadá, Alemania, Inglaterra, Estados Unidos y Brasil.

En cuanto al financiamiento, la mayoría de los países involucrados en *clusters* tecnológicos iniciaron sus actividades a partir de fondos públicos, de asignación directa o por medio de concursos para proyectos de innovación. En una segunda etapa, se delegó el financiamiento a las propias empresas, una vez que tuvieron la capacidad de generar sus propios recursos, permitiendo al estado destinar fondos para la investigación científica básica y para capacitar recursos humanos en doctorados de alto nivel, relacionados con biotecnología y ciencias biológicas.

4.1.1 Políticas gubernamentales en la creación de *clusters* biotecnológicos

En las experiencias estudiadas, destaca el rol importante que han tenido los gobiernos centrales y regionales, para el desarrollo del campo biotecnológico mediante la implementación de *clusters*. Sin embargo, en el caso de Inglaterra, el estado ha dado las condiciones en cuanto a legislación, estabilidad macro económica y fomento a la innovación tecnológica pro *cluster*, no obstante ha dejado en manos de privados la misión de coordinar y estructurar los *clusters* existentes en ese país (Cooke, 2001).

Nuevamente, el estado ha intervenido en la organización de los participantes de los *clusters* investigados, en cuanto a exponer la misión y los objetivos del trabajo conjunto entre los privados (empresas), centros de investigación (universidades) y el propio estado. No sólo un papel teórico han desarrollado los gobiernos, sino también han actuado, creando estímulos tangibles para la cooperación y el trabajo en sectores unificados. Muestra de ésto son las exenciones tributarias y estímulos para reinversión en tecnología. Destacable es el caso de Canadá, que permite deducir un 25% y 35% de los impuestos a las empresas extranjeras y locales respectivamente por la compra de técnicas y procesos biotecnológicos, y el reembolso del 20 % de los impuestos a las corporaciones por la investigación que realizan en las instituciones académicas (Niosi, 2001).

Una de las políticas más importantes en cuanto a *clusters* biotecnológicos, es la aplicación de una legislación para el resguardo de la propiedad intelectual y acceso expedito a los tramites de patentes. Este punto, es aún impreciso en muchos países Latinoamericanos, donde se han redactado leyes restrictivas para la comercialización e investigación de productos biotecnológicos, sobre todo los relacionados con cultivos modificados genéticamente (GMO). En el mundo los criterios legales no están unificados y la discusión sobre descubrimientos biotecnológicos dividen a los científicos y estadistas con distintas interpretaciones, entre ética y ciencia.

Es así como en el Reino unido, Canadá, Unión Europea, Brasil, Colombia, Cuba, México y Venezuela disponen de normas legales en virtud de las cuales, se puede denegar la patente a una planta o animal. En Estados Unidos no existe una norma que exprese claramente a plantas y animales como no patentables, con la salvedad del caso de seres humanos. Por otra parte, hay países que hacen una distinción para el caso de patentes a

microorganismos nuevos y de aplicación industrial, como son Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Cuba y Unión Europea. Para Brasil solo serían patentables microorganismos transgénicos. En cuanto a patentar nuevos usos para materiales biológicos conocidos, la mayoría de los países estudiados excepto Cuba coinciden en que es posible y permiten la patentabilidad de estos procesos.

Finalmente en Latinoamérica, se observan los mayores vacíos y disparidades en cuanto a leyes que normen la actividad biotecnológica. Si bien los recursos naturales y genéticos explotables de la región son abundantes a escala mundial, la inexistencia de leyes acordes con las exigencias mundiales, han hecho estancar la actividad biotecnológica remitiéndose solamente a una actividad académica y no productiva. Se destaca entre los países latinoamericanos a Brasil, donde se ha desarrollado con éxito un *cluster* biotecnológico multidisciplinario en la región de Minas Gerais (Bortagaray, 2000). Por otro lado Cuba y Argentina han intentado funcionar como *clusters*, pero con poco éxito debido a situaciones políticas y económicas adversas.

4.1.2. Políticas del sector privado en la creación de clusters biotecnológicos

En el caso de *clusters* biotecnológicos en: Estados Unidos, Canadá, Alemania e Inglaterra, se reconoce la existencia de corporaciones o instituciones privadas que cumplen un rol coordinador y motivador para los miembros. Su misión es actuar como mediador entre los integrantes del *cluster*, además de ser representantes de éste ante el gobierno y los componentes del mercado.

Los mejores resultados de la agrupación, se han observado cuando existe una asociación entre pequeñas y medianas empresas, resultando más expedito el traspaso y adaptación de tecnologías. La cooperación entre empresas, asumida como una política dentro del *cluster*, ha sido realmente efectiva cuando se han terminado las rivalidades sin suprimir la competencia y se han mejorado los mecanismos de información e innovación. Es importante destacar a países como Estados Unidos y Canadá, donde las experiencias de fomento a la innovación biotecnológica empresarial ligada a *clusters*, cuenta con una masa crítica de empresas biotecnológicas y complementarias a éstas. La masa crítica de empresas ha sido generada en un alto porcentaje, por incubadoras de negocios, rescatando profesionales

directamente de las universidades, aprovechando los conocimientos de estudiantes e investigadores con buenas ideas técnicas, pero con poco conocimiento sobre gestión financiera y administrativa para formar empresas sustentables.

En países europeos, se han creado iniciativas en “*parques tecnológicos o polos temáticos*”, produciendo una concentración de las capacidades de investigación, educación y negocios, siendo un ejemplo interesante el existente en Heidelberg, Alemania. Otro caso en la creación de redes de trabajo entre institutos de investigación y la industria, se encuentra en la investigación pública en torno a Cambridge (Inglaterra), que ha resultado efectiva para facilitar la puesta en marcha de compañías biotecnológicas con un alto grado de permanencia (más del 50%) (Hoen, 2001).

4.2. Factores claves del éxito para *clusters* biotecnológicos

Aunque las realidades entre países desarrollados y los en vías de desarrollo son distintas, prevalecen ciertas condiciones propias o factibles de ser desarrolladas, que dan un marco de seguridad al establecer un esquema organizacional como lo es el *cluster*. A continuación se describen los más recurrentes en los distintos casos de *cluster* biotecnológicos.

4.2.1 Condiciones generales para el desarrollo de *clusters*

(i) La estabilidad económica basada en políticas coherentes, es la base para toda actividad productiva. Sin esa condición es complicado asegurar la viabilidad de proyectos que requieren de altos niveles de financiamiento para investigación y de alto nivel de riesgo para el capital, como es el caso de la biotecnología.

(ii) En países en vías de desarrollo, el financiamiento de la investigación biotecnológica es un compromiso del estado y es aconsejable que sea compartido con el sector privado.

(iii) Es importante incorporar a investigadores en el desarrollo de nuevas empresas, con respaldo del estado en su formación y evolución, apuntando a generar una cultura de negocios, que permite la implementación de programas de trabajo en *clusters* de mediano y largo plazo.

(iv) En las experiencias de *clusters* estudiadas, siempre existe un organismo conectivo de los intereses y desafíos del conglomerado. Este puede nacer de una iniciativa del sector privado, pero la mayoría de las veces le corresponde a una organización de origen gubernamental llevar a cabo la estructuración del *cluster*. Este organismo es la base para el apoyo de pequeñas y medianas empresas a las que se quiere estimular con el *cluster*.

4.2. 2 Políticas en torno a la biotecnología

(i) Debe existir la voluntad política para aplicar planes de desarrollo sobre la base de la biotecnología, la que debe ser comprendida como un motor de dinamismo productivo tanto para una región o país.

(ii) Estas políticas contemplan una estructura legislativa específica para biotecnología, con normas acerca del cuidado del medio ambiente y protocolos de bioseguridad para productos y las personas que trabajen en biotecnología.

(iii) Debe existir una legislación que asegure las patentes para los productos de la investigación científica, normas que en los países desarrollados están en constante modernización.

4.2.3. Relaciones entre empresas

(i) Es indispensable formar una red de proveedores de insumos, tecnologías y transferencia de conocimientos, eficiente y oportuna, con el objetivo de satisfacer la demanda por los productos del desarrollo biotecnológico.

(ii) Debe existir una diferenciación de los productos finales, aunque provengan de un desarrollo investigativo común. Las empresas no deben perder identidad propia, ni el espíritu de competencia. Integrar el *cluster* requiere anular la rivalidad entre competidores.

(iii) Las empresas que forman el *cluster*, deben someterse a un seguimiento continuo, que asegure el actuar dentro de los objetivos fijados al momento de formarlo. Se debe generar una imagen cohesionada y fuerte ante el entorno próximo de la región o país y de los mercados externos.

4.2.4 Investigación universitaria y preparación del recurso humano

(i) Las direcciones de la investigación académica, deben ser planificadas con miras a satisfacer una necesidad del mercado y especializar la investigación en productos finales de alto valor agregado.

(ii) En los *clusters* biotecnológicos, la especialización del contingente científico es muy importante, la que comienza en los niveles básicos y medios de las especialidades biológicas y continua con una sólida formación de post grados y doctorados.

(iv) Imperioso resulta la ubicación del *cluster* en lugares próximos a centros universitarios y tecnológicos, ya que la cercanía de empresas biotecnológicas absorben los conocimientos generados, integrándolos a proyectos productivos.

4.2.5. Condiciones para la producción industrial biotecnológica

(i) Es importante certificar la calidad óptima en los insumos, procesos, y los productos obtenidos de la biotecnología bajo estándares internacionales.

(ii) Deben tener un diseño de canales de comercialización y redes de negocios especializados, lo que se logra con la existencia de profesionales expertos en negocios participando del *cluster*.

(iii) La difusión e información a los consumidores, también es un aspecto no menos trascendental, ya que los productos y tecnologías revisten un grado importante de controversia y desinformación, cuestión que afecta en gran medida las decisiones de compra de los clientes en todo el mundo.

(iv) En el área de investigación biotecnológica orientada al desarrollo de productos alimenticios, farmacológicos o agropecuarios, es indispensable contar con extensas áreas de prueba para los resultados obtenidos en laboratorios y contar con buenas condiciones climáticas para realizar ensayos de campo.

(v) Los *clusters* biotecnológicos cuentan con grandes ventajas si disponen de una diversidad genética autóctona y recursos naturales abundantes.

4.3. Descripción de las condiciones para el establecimiento de clusters biotecnológicos agroindustriales en Chile.

4.3.1 Formación del recurso humano para desarrollar el área biotecnológica.

Al comparar los casos analizados, Chile aún está por debajo de los estándares internacionales, en cuanto a masa crítica de investigadores altamente calificados en biotecnología. Sólo 3 instituciones de educación superior poseen carreras de pre grado en biotecnología; Universidad de Chile con dos carreras (Ingeniería en Biotecnología Molecular e Ingeniería civil con mención en Biotecnología), Universidad Vicente Pérez Rosales con una carrera técnica (Ingeniería de Ejecución en Biotecnología) y la Universidad Católica de Valparaíso (Ingeniería Civil Bioquímica e Ingeniería Civil Química). Por otra parte sólo existen 13 posibilidades de post grados en biotecnología, impartidas por: la Universidad de Chile, Universidad de Santiago de Chile, Universidad Nacional Andrés Bello, Universidad Católica de Valparaíso, Universidad de Concepción, Universidad Austral de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile y Universidad de Talca (Asenjo, 2000; Gil, 2002).

El país tiene una dotación de personal relativamente reducida dedicada a labores de investigación y desarrollo en biotecnología. Lo anterior conlleva que en números absolutos la comunidad científico-tecnológica chilena es pequeña, estimándose en alrededor de 670 investigadores (equivalentes de jornada completa), contra 28001 en Brasil, 2400 en Argentina y 2000 en México (ONUDI, 2000; Bitran, 2001).

4.3.2 Fondos y formas de financiamiento para proyectos en biotecnología.

En este punto las condiciones locales han mejorado desde mediados de los años noventa, dado por la presencia de fondos tecnológicos estables ligados a instituciones como: FIA, FONDECYT, FONTEC, FONDEF, Fondo para el Mejoramiento del Patrimonio Sanitario (SAG), del Ministerio de Agricultura y la Iniciativa Científica Milenio dependiente del Ministerio de Planificación y Cooperación (Jaimovich, 2002).

Como se observa en el cuadro 4.1, entre los años 2000 y 2001, un 35% de los recursos otorgados por mecanismos de financiamiento fueron destinados a proyectos de investigación y desarrollo en empresas biotecnológicas. El aumento de asignación a empresas, da cuenta de un mayor conocimiento de las oportunidades de financiamiento por parte de las empresas.

Cuadro 4.1. Fomento estatal para biotecnología en Chile. Montos totales y porcentaje de asignación de fondos a empresas periodo 1991 - 2001.

Fondo tecnológico	1991-1997		1997-1999		2000-2001	
	Montos US \$	%directo a empresas	Montos US \$	%directo a empresas	Montos US \$	%directo a empresas
FONTEC	1,25	100%	3,3	100%	0,59	100%
FDI	n.i	n.i	2,8	0%	1,9	39%
FONDEF	30	0%	9,2	0%	4,4	0%
FONDECYT	5,5	n.i	7	4%	1,36	0%
FIA	n.i	n.i	0,8	4%	3,4	15%
SAG	n.i	n.i	0,3	100%	1,7	56%
Total	36,75		23,4		13,35	

Fuente: CORFO 2002, Caracterización de la industria biotecnológica en Chile.

Si bien los medios de financiamiento existen, éstos no están bien diferenciados según el área de asignación, por lo cual la biotecnología debe competir con otras áreas de investigación con mayor tradición científica.

En Chile, existen instituciones abocadas a la investigación biotecnológica en el área agropecuaria, las que son principalmente Universidades y organizaciones de investigación, dependientes del Estado como el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y el Fondo de Innovación Agrícola (FIA). Estas instituciones dependen del financiamiento público, donde corresponde al Ministerio de Economía administrar el programa de desarrollo e innovación tecnológica con fondos del banco Interamericano del Desarrollo (Gil, 1999)

4.3.3 Legislación y propiedad intelectual.

La propiedad intelectual y el registro de patentes es uno de los pasos importantes en la actividad biotecnológica productiva. La mayoría de los países desarrollados cuenta con legislaciones claras al respecto, Chile no está ajeno a estas disposiciones. En el año 2002 comenzó el debate referente a los marcos jurídicos para la bioseguridad nacional a cargo del Centro de Derecho Ambiental, perteneciente a la Facultad de Derecho de la Universidad de Chile.

Respecto de lo que se puede o no patentar en Chile en materias biotecnológicas, ésto queda actualmente determinado por la Ley de propiedad Industrial nº 19.039. La actual legislación adolece de vacíos en lo que a patentes biotecnológicas se refiere, por ejemplo no son patentables los descubrimientos de nueva variedades vegetales, ni las razas animales. En

la actualidad se tramita un proyecto de ley, que agrega un nuevo ítem a las exclusiones de patentabilidad, el que se relaciona directamente con la prohibición de patentar genes. De aprobarse, no será posible en Chile patentar el todo o parte de seres vivos, tal como se encuentran en la naturaleza, los procesos biológicos existentes en la naturaleza o aquel que pueda ser aislado, inclusive, el genoma o germoplasma de cualquier ser vivo natural.

En cuanto a variedades vegetales, está vigente la ley nº 19.342 que regula el derecho de los obtenedores de variedades vegetales, cuyos principios están homologados con el acta de la Unión para la Protección de Nuevas Variedades de Plantas de 1998.

En el ámbito de las instituciones de investigación, en Chile especialmente las universidades, no existen incentivos para que los científicos o las unidades de investigación patenten los resultados de sus investigaciones, pero sí para que los publiquen en revistas científicas.

4.3.4 Políticas de innovación para biotecnología.

Gran parte de los recursos en esta área han sido canalizados desde la década de los noventa, en dos grandes iniciativas de investigación y desarrollo: el programa de ciencia y tecnología (1992-1995) y posteriormente el programa de innovación tecnológica (1996-2000). En la actualidad se está implementando un nuevo programa de desarrollo e innovación tecnológica dependiente de la Comisión Nacional para el Desarrollo de la Biotecnología, la que cuenta con un crédito por 50 Mill US\$, del Banco Interamericano del Desarrollo.

Específicamente este último programa pretende impulsar el incremento de la competitividad de los sectores forestales, agrícola y acuícola, a través del desarrollo de la biotecnología en sus procesos y productos. Lo anterior inserto en un sub programa de desarrollo tecnológico, que cuenta con un financiamiento de US \$ 50 millones, que se desglosan en: US\$ 42 millones para financiamiento de proyectos biotecnológicos en empresas, universidades e institutos de investigación; US \$ 5.7 millones para la formación de capacidades del recurso humano especializada en biotecnología, mediante cursos cortos y pasantías, becas para cursos internacionales de postgrado (M.Sc y Ph.D) y postdoctorados para especialistas nacionales, y finalmente el fortalecimiento de servicios de apoyo tecnológico por US \$ 2.3 millones, los que incluyen análisis de políticas biotecnológicas, formación de un foro nacional

de biotecnología y campañas de concientización del público sobre el tema biotecnológico (Ministerio de Economía, 2002).

4.3.5 Ambiente de cooperación y competitividad empresarial.

Como se ha visto en los *clusters* biotecnológicos, en forma general, es una característica importante para el desarrollo de los *clusters* la capacidad de interactuar de forma cohesionada.

La actividad empresarial en Chile cuenta con dos características : Sus ventajas comparativas e sectores de recursos naturales, la política favorable para la inversión extranjera y nacional, con condiciones políticas y económicas estables (Lund, 2001)

En Chile, menos de la mitad de las empresas biotecnológicas existentes tienen cooperación para investigación y desarrollo con otras empresas similares. En contraste con ésto, más del 80 % de las empresas existentes a la fecha, tienen una alianza formal con una unidad de investigación y desarrollo, ya sea con universidades o institutos tecnológicos. La Universidad de Chile es la que tiene mayor interacción en investigación y desarrollo, le siguen la Universidad Católica de Chile y la Universidad Técnica Federico Santa María. Un 40% de las empresas chilenas utilizan a las universidades para el entrenamiento técnico de sus empleados (Gil et al, 2002)

4.3.6 Análisis exploratorio para la posibilidad de formar *clusters* en Chile

En esta última etapa del estudio, los datos obtenidos de los distintos integrantes del área agro biotecnológica nacional, fueron sometidos a un análisis de conglomerados. El cuadro 4.2 muestra el resumen de datos para este análisis.

Cuadro 4.2. Resumen de las encuestas recibidas, número casos sometidos al análisis.

Casos					
Validos		Perdidos		Total	
N	Porcenta %	N	Porcenta %	N	Porcenta %
50	100,0 %	0	,0 %	50	100,0 %

En un primer análisis jerárquico de conglomerados, se utilizaron las 14 variables ver matriz de entrada (Anexo 6) que tipifican a los componentes de estudio. Se observa como resultado en el dendrograma (Anexo 7) la formación de dos grupos homogéneos, los cuales

están compuestos por los casos (4, 12, 16, 20, 2, 42, 48, 49, 43) y (6, 21, 13, 5, 14). Estos grupos se asocian a corta distancia lo que indica su alta semejanza. Ambos pertenecen a la región metropolitana. Sin embargo existe un grupo menor, que representa a la quinta región con los casos (24, 25, 38, 19, 23, 22, 30). El resto de los casos, se aglomeran formando parte de nuevos conglomerados en etapas o distancias mayores que los grupos mencionados anteriormente (Anexo 7).

Al realizar nuevamente un análisis, pero de tipo no jerárquico o de K-medias, sin un número preestablecido de grupos, se observa la formación de un conglomerado principal (Nº4), formado por 22 casos correspondientes a la región metropolitana, que agrupa a 14 empresas, 8 laboratorios y universidades, donde la vinculación con universidades es de 50 % y la relación con empresas alcanza el 23 %. También se observa la aparición de un segundo conglomerado (Nº5) formado por 14 casos, de los cuales 9 pertenecen a la quinta región y el resto a la sexta y séptima región, donde se juntan 6 empresa y 8 laboratorios y universidades. Cabe señalar, la diferencia en cuanto al número de profesionales partícipes en cada conglomerado, 45 para el Nº 4 y 67 en el Nº5 (Cuadro 4.3).

Cuadro 4.3 Resumen del análisis no jerárquico, características de la composición de los conglomerados.

Conglomerado	Nº Casos	Regiones	Nº Empresas	Nº Lab. y Universidades	Vinculación Empresas %	Vinculación Lab. o Universidades %	Profesionales
1	3	VIII-IX	2	1	66%	66%	6
2	8	IV-VIII	3	5	12,5%	50%	7
3	3	IX-X	1	2	33%	66%	8
4	22	RM	14	8	23%	50%	45
5	14	RM-V-VI-VII	6	8	57%	14%	67

En el mismo análisis hecho para un número definido de conglomerados (3), se observa el agrupamiento de 33 casos en un gran conglomerado Nº 2, donde 23 corresponden a la región metropolitana, 9 a la quinta región y 1 a la sexta región, encontrando dentro de éste 22 empresas y 11 laboratorios y universidades, con un 42 % de vínculos con universidades y un 33% de vinculación con empresas y 83 profesionales. Los otros dos conglomerados se componen, uno (Nº1) por los casos de la séptima y octava región con 6 empresas y 5 laboratorios y universidades, con 35 profesionales y otro (Nº3) compuesto por los datos de las regiones más extremas (Cuadro 4.5).

Cuadro 4.5. Resumen del análisis jerárquico con tres conglomerados definidos, características de la composición de los conglomerados resultantes.

Conglomerado	Nº Casos	Regiones	Nº Empresas	Nº Lab. y Universidades	Vinculación Empresas %	Vinculación Lab. o Universidades %	Profesionales
1	11	IV-VII-VIII	6	5	9%	63%	35
2	33	V-RM-VI	22	11	33%	42%	83
3	6	VIII-IX-X	3	3	50%	66%	14

Los resultados obtenidos de los análisis anteriores, muestran la tendencia que presentan los casos de la región metropolitana a reunirse en un conglomerado homogéneo. El resto de los casos se aglomeran según el método de agrupación, en uno o más conglomerados de homogeneidad variable, pero siempre teniendo como centro a la quinta región en uno, y a las séptima y octava región en otro caso.

La diferencia observada, entre los resultados del estudio y la realidad nacional en cuanto a la característica de territorialidad en los *clusters*, hace pensar que alguna de las variables afectó los resultados, por lo que se realizó un nuevo análisis seleccionando sólo algunas de ellas y con un número definido de 3 *clusters*, y con los datos estandarizados por puntuaciones Z.

De este modo, se realizó un análisis usando el método jerárquico y de K-Medias, empleando las variables de: vinculación con Universidades, vinculación con Empresas, región, origen de financiamiento para proyectos de I&D y presencia de universidades, ya que estas fueron caracterizadas por el total de los encuestados. Este muestra mediante un dendrograma (Anexo 8), un conglomerado central compuesto por 24 casos en la región metropolitana, 6 de los casos de este conglomerado tienen parte del mercado de destino en el extranjero, por lo que no se juntan a una misma distancia. Finalmente, ambos grupos se unen en una etapa posterior pero a corta distancia en un solo grupo, conglomerado N°3. este conglomerado está compuesto por 15 empresas y 8 laboratorios y universidades, reúne a 52 profesionales y muestra 50 % de vinculación con universidades y un 33 % de vinculación con empresas (Cuadro 4.6)

El segundo grupo (conglomerado 2), lo forman 10 casos pertenecientes a la sexta, séptima y octava regiones, donde existen 1 empresa y 9 laboratorios y universidades, concentrando a 49 profesionales. Repitiendo lo ocurrido en los análisis anteriores que caracterizan a estas regiones con una alta proporción de investigación y baja de empresas.

Por último un tercero (conglomerado 1), formado por los casos correspondientes a la quinta región y extremos (Cuadro 4.6.).

Cuadro 4.6. Resumen análisis jerárquico para variables seleccionadas, caracterización de los conglomerados formados.

Conglomerado	Nº Casos	Regiones	Nº Empresas	Nº Lab. Y Universidades	Vinculación Empresas %	Vinculación Lab. y Universidades %	Profesionales
1	16	IV-V-VI-VIII-IX	11	5	25%	25%	36
2	10	V-VII-VIII-IX-X	1	9	30%	100%	49
3	24	RM	15	8	33%	50%	52

Para el análisis de conglomerados, es relevante la elección de variables útiles para el estudio, por lo que se puede usar la tabla ANOVA como referencia y solo para propósitos descriptivos (Cuadro 4.7). Los conglomerados han sido elegidos para maximizar las diferencias entre los distintos casos pertenecientes a ellos. Lo relevante es el valor de F, que no puede ser muy pequeño (lo más lejano al valor 1) para que las variables sean realmente efectivas en la identificación de *clusters*.

Cuadro 4.7. ANOVA para todas las variables del análisis de conglomerados.

Variable	Conglomerado		Error		F	Sig.
	Media cuadrática	gl	Media cuadrática	gl		
REGIÓN	1,009	2	1,000	47	1,010	,372
COMUNA	2,576	2	,933	47	2,762	,073
KM STGO	3,718	2	,884	47	4,205	,021
COMUNICION	1,253	2	,989	47	1,267	,291
PRODUCTO	5,979	2	,788	47	7,586	,001
TECNOLOGIA	3,022	2	,914	47	3,306	,045
MERCADO	2,531	2	,935	47	2,708	,077
PROD. MERCADO	10,618	2	,591	47	17,974	,000
VINCULO UNIV	13,781	2	,456	47	30,214	,000
VINCULO EMPRESAS	7,515	2	,723	47	10,398	,000
UNIVERSIDAD	15,334	2	,390	47	39,314	,000
PROFESIONALES	9,144	2	,653	47	13,993	,000
FINANCIAMIENTO	4,356	2	,857	47	5,082	,010

5. CONCLUSIONES

- El rol del Estado es fundamental para desarrollar la biotecnología. También para dar origen a *clusters* tecnológicos, tanto por el apoyo económico, como por el diseño de políticas que dan un marco de seguridad a los proyectos de inversión con base científica y tecnológica.
- El trabajo de investigación universitario, en los distintos *clusters* muestra una retroalimentación con las empresas, dando respuesta a las necesidades de éstas en asuntos de interés local, potenciando las aptitudes productivas de la zona donde se sitúa el *cluster*.
- La interacción, entre empresas medianas y pequeñas es fundamental para desarrollar un *cluster*, con el objetivo de formar redes de cooperación. Estas redes funcionan integrando la investigación conjunta, la gestión de recursos administrativos, así como fomentar una dinámica de bloque para dialogar con el Estado y los representantes del mercado.
- Las empresas de tipo biotecnológico que nacen dentro de *clusters*, muchas veces se forman a partir de ideas y conocimientos de investigadores, los que cuentan con una capacitación empresarial, con la cual dan viabilidad comercial a los conocimientos generados en los centros de investigación.
- Utilizar la estrategia de *clusters* biotecnológicos, requiere una masa crítica de empresas, la cual se ha formado a partir de incubadoras de negocios en el caso Norte Americano y Parques Tecnológicos en Europa.
- Existen factores claves para el éxito, que son comunes para todas las experiencias en la formación de *clusters* biotecnológicos: estabilidad política y económica que asegura el financiamiento para proyectos de investigación, desarrolla una cultura de negocios y la creación de organismos, en su mayoría públicos, responsables del avance de la biotecnología.

Segundo, plantear un marco legal, el que contemple la protección tanto del medioambiente como de los consumidores, y muy importante leyes de propiedad intelectual que resguarden los conocimientos generados y a sus obtenedores.

Tercero, los componentes empresariales de un *cluster*, deben abandonar las rivalidades y la competencia desleal, sin dejar de lado la competencia.

Cuarto, en la biotecnología asociada a *clusters* la investigación es la base para diseñar estrategias de innovación. Por eso todos los *clusters* tecnológicos se han formado en torno a centros de investigación y universidades. Aquí se debe hacer hincapié en la dotación de investigadores y profesionales altamente capacitados, a los cuales se les debe incentivar la permanencia en la zona de emplazamiento del *cluster*.

Quinto, en la biotecnología agropecuaria es indispensable contar con buenas condiciones climáticas y extensas áreas de prueba para los ensayos de campo, un punto importante para un *cluster* biotecnológico es la abundancia de material genético y recursos naturales.

- En la conformación geográfica de los posibles *clusters* biotecnológicos a escala nacional, se observa a la región metropolitana como un núcleo importante de recursos, concentrando el 46 % de los casos involucrados con empresas, instituciones de fomento y universidades; un 35 % de los investigadores.
- Se distinguen otros dos *clusters* más pequeños, uno en la quinta región con 20% de los casos y otro entre la séptima y la octava con el 34% de los casos, la característica de este último está dada por la alta concentración de actividad docente y de investigación con un 38 %, pero no está presente una masa crítica de empresas que utilicen la información y los descubrimientos en sus procesos productivos, a diferencia de lo que ocurriría en el caso del *cluster* ubicado en la región metropolitana.
- Las experiencias de *clusters* en el mundo, muestran que la adopción del esquema *clusters* es útil cuando los gobiernos asumen a la biotecnología como un área de desarrollo económico y productivo. En Chile, se está realizando un fuerte impulso para el desarrollo biotecnológico por medio de organizaciones estatales. Al mismo tiempo, en el ámbito universitario regional, se han creado centros de investigación, como el Centro de Investigación Biotecnológico dependiente de la Universidad Federico Santa María y el Centro de Investigación en Biotecnología Silvoagropecuaria de la Universidad de Talca.
- Queda planteada la posibilidad a futuro de realizar nuevos análisis con mayor profundidad y con mejor calidad de datos, una vez que las iniciativas de desarrollo de la biotecnología nacional estén consolidadas y permitan contar con una mayor masa de empresas en el tema.

BIBLIOGRAFÍA

- ALTENBURG, T y MEYER-STAMER, J.** 1999. " How to promote clusters: policy experiences from Latin America". World Development. 38 p.
- ARBONÍES, A.** 2000. El Cluster del conocimiento. Disponible en:<http://suse00.su.ehu.es/euskonews/0018zkb/gaia1801es.html>. Consultado 25 Mayo de 2002.
- ASENJO, J. y ALLENDE, J.** 2000. Hacia donde debería ir la Biotecnología en el Chile del siglo XXI. Disponible en: <http://www.conicyt.cl/ciencia2000/areas/Biotecnologia.doc>. Consultado 19 Mayo de 2002.
- AUDERTSCH, D.** 2001. The role of Small Firms in U.S Biotechnology Clusters. Small Business Economics. Holanda. 17: 3-15 .
- BECATTINI, G.** 1996. " Sistemas productivos locales y mercado global", Información Comercial Española. 754: 11-24.
- BIOSONDA.** 2002. Disponible en: www.biosonda.cl. Consultado 15 Noviembre de 2002.
- BITRAN, E.** 2001. Crecimiento e innovación en Chile. Marzo 2001. Disponible en :<http://www.Cid.harvard.edu/events/chile/Docs/Eduardo%20bitran-harvard.pdf>. Consultado 27 Julio de 2002.
- BORDERICK, A.** 2000. Bioregions: Biotechnology regional clusters in the United States. Disponible en: <http://www.sric-bi.com/BIP/DLSS/DLS2295.SHTML>. Consultado 16 Octubre de 2002.
- BORTAGARAY, I.** 2000. Innovation clusters in latin América. Presentado en la 4° Conferencia internacional sobre políticas de tecnología e innovación. Curitiba, Brasil.
- BRENES, E.** 2001. Bolivia, Taller sobre competitividad "agrotecnología–Soya". Disponible en:<http://www.cid.harvard.edu/andes/Documents/Presentations/taller%20soya%20en%20bolivia.pdf>. Consultado 25 Mayo de 2002.
- BRUNNER, J.** 2001. Chile: Índice e informe sobre capacidad tecnológica. Santiago. Universidad Adolfo Ibáñez, Instituto de Economía Política. 48.p
- CERVILLA, M.** 2001. The competitiveness of the connected sector to the oil industry from a perspective of development of cluster. Espacios. 22 (1).
- CHAVEZ, A.** 2001. Factores determinantes para el Desempeño de los Clusters y las políticas para promover la competitividad. Honduras. Disponible en: <http://www.agctn.lsu.edu/Inst/International/pdf/indclus/pdf>. Consultado 23 Julio de 2002.
- CONDO, A.** 2001. Desarrollo de clusters competitivos. "La competitividad internacional de empresas e Industrias" . CLACDS-ICAE. Caracas.
- CONFESOR, S.** 2000. Los agrupamientos Industriales o Clusters como catalizadores del desarrollo económico (en línea). Santo Domingo. CODOPYME. Disponible en: <http://www.intec.edu.do/campe/poldesaempmipymeene.htm>. Consultado 10 de Agosto de 2002.

- CONGRERSO NACIONAL DE ESTUDIANTES DE ECONOMIA.** 2000. "Economistas territoriales, instituciones y ética ¿ crisis de paradigmas en economía. Hacia donde vamos? . Cuzco, Perú. Décima reunión. El Cluster: un análisis indispensable... una visión pesimista. Universidad Nacional de San Antonio del Abad del Cuzco.
- COOKE, P.** 2001. Biotechnology Clusters in the UK.: Lessons from Location in the Commercialization of Science. Small Business Economics. Kluwer Academic. Holanda. 17:43-59.
- CORNEJO, C.** 2002. Cluster y Recursos Naturales en los Países Andinos. Borrador. Congreso CEPAL, "Clusters y Recursos Naturales: Análisis Experiencias y Propuestas". Caracas. Corporación Andina de Fomento. 28 p.
- CORPORACION ANDINA DE FOMENTO.** 2002. Los Clusters: Allí donde se desarrollan las ventajas competitivas de las empresas. Colombia. nº (4) : 5.
- CULLEN, W Y DIBNER, M.** 1993. "Strategic Alliances in Biotechnology : Imperatives for the 1990s". Biotechnology Review . 1: 110-119.
- DORNBERGER, U.** 2000. Empresas biotecnológicas en Chile, Small Enterprise Promotion and Training. Universidad de Leipzig Alemania. Disponible en [http:// www.uni-leipzig.de/sept/facts/pdf/biotech_chile_spanish.pdf](http://www.uni-leipzig.de/sept/facts/pdf/biotech_chile_spanish.pdf). Consultado 18 Mayo de 2002.
- EASTERN REGION BIOTECHNOLOGY INITIATIVE.** 1999. Background Information for Cambridge and E. Region Biotechnology Cluster. Cambridge. ERBI.
- FERNANDEZ, C.** 2002. Análisis comparativo de políticas biotecnológicas. Fundación Chile. Santiago de Chile. 390 p.
- FERRAM, M.** 2001. SPSS para Windows Análisis Estadístico. España. Mc. Graw Hill. 421 p.
- FERRO, C.; VILA, M.; RODRIGUEZ, M.** 2001. La política de creación de clusters institucionales. Revista Galena de Economía 10:(1). 1-18.
- GAMBARDELLA, M.** 2001. Situación de la biotecnología agropecuaria en Chile. Seminario en biotecnología, Biotecnología Agrícola: Hechos, temores y futuros proyectos. Santiago de Chile.
- GIL, H e IRARRAZABAL, C.** 1999. Perspectivas de la biotecnología en Chile. Oportunidades de innovación tecnológica. Santiago. Impresos Universitaria: 17-22.
- GIL, L., MARTINEZ, V., DORNBERER, U.** 2002. Caracterización de la Industria Biotecnológica en Chile. Disponible en: http://www.uni-leipzig.de/sep/downloads/Biotecnología_Chile_2002.pdf. Consultado 18 Noviembre 2002.
- GROOTE, J.** 1999. biotecnología la experiencia Canadiense. EN: Biotecnología en Chile, Oportunidad de innovación tecnológica. Santiago. Impresos Universitaria. 57-65.
- GUTIÉRREZ-CORREA, M.** 2003. Biotecnología Agroindustrial, Laboratorio de Micología y Biotecnología. Disponible en: [http:// www.agroindustrias.org/old_bioagroconsiste.shtml](http://www.agroindustrias.org/old_bioagroconsiste.shtml) . Consultado 15 marzo de 2003.
- HAIR, J et al.** 1999. Análisis Multivariante. 5º ed. Madrid. Prentice Hall. 832 p.
- HOEN, A.,** 2001. An international comparison of national clusters. Cpb report 1:44-49 http://www.wabio.com/ir/wa/industry/econ_deu/UK_Biotech_Report_Aug99.doc. Consultado 23 Septiembre de 2002.

- IZQUIERDO, J.** 2001. Limitantes que afectan al futuro desarrollo de la biotecnología agropecuaria en América latina. Seminario en biotecnología, Biotecnología Agrícola: Hechos, temores y futuros proyectos. Santiago de Chile.
- JAFFÉ, W e INFANTE, D.** 1996. Oportunidades y desafíos de la biotecnología para la agricultura y la agroindustria de América Latina y el Caribe. Banco Interamericano del Desarrollo. Washington D.C. N° ENV-105.
- JAIMOVICH, D.** 2000. El rol de la Biotecnología en la Nueva Etapa del Desarrollo Nacional. Disponible en: http://www.bioenlaces.cl/articulos/epublish_20020911155747.html. Consultado 24 Septiembre de 2002.
- KRÚGER, K.** 2000. Proceso de innovación y difusión de conocimientos en empresas. *Scripta Nova*. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. España. 31 (69). Disponible en: <http://www.ub.es/geocrit/sn-69-31.htm>. Consultado 10 Octubre de 2002.
- LEE VEEN, J.** 1998. Urban and regional development. Disponible en <http://www.unc.edu/depts/dcrpweb/courses/261/leveen/litrev.htm>. Consultado 25 Agosto de 2002.
- LEGUIZANON, F.** 2001. San José Costa Rica. Fomento de clusters competitivos en agronegocios. "El INCAE y los procesos de desarrollo y fortalecimiento de clusters (Versión preliminar).
- LUND, J.** 2001. Resumen de estrategias de atracción de inversión de lugares exitosos. Disponible en: <http://www.empresario.com.co/informes/documentos/competitividad/expeinter.pdf> . Consultado 19 Octubre de 2002.
- MC LAUGLIN, M.** 1999. Biotecnología Agrícola. La experiencia canadiense. EN: Biotecnología en Chile, Oportunidad de innovación tecnológica. Santiago. Impresos Universitaria: 67-81.
- MINISTERIO DE ECONOMÍA.** 2002. Disponible en <http://www.minecom.cl/economiafinal.nsf>. Consultado 25 Noviembre de 2002.
- MUÑOZ, E.** 1997. Nueva biotecnología y sector agropecuario: el reto de las racionalidades contrapuestas. Instituto de Estudios Sociales Avanzados. Madrid. 119-140.
- MUÑOZ, S.** 1999. La Experiencia Chilena en la Planificación de la Biotecnología Agrícola. Monitor de biotecnología y desarrollo. Compendio 1997-1999. 16 p.
- NASH, M.** 1996. Fidel Castro's Most Idiosyncratic Venture Pays off. TIME Magazine. May (147):13 .
- NIOSI, J y BAS, T.** 2001. The Competence of Regions- Canada's Clusters in Biotechnology. Small Business Economics. Kluwer Academic Publishers. Holanda. 17:31-42.
- POLLOCK, R.** 2000. Scottish enterprise. Cluster la experiencia escocesa. Separata, Cámara de comercio de Cali. 1754 : 3-6.
- PORTER, M.** 1997. Clusters (Aglomerados) y Competencia: Agendas Nuevas para Compañías, Gobiernos e Instituciones. Nicaragua. Programa Nacional de Competitividad de Nicaragua. Disponible en <http://www.agenda21.org.ni/doc/comp9.pdf>. Consultado 25 Junio de 2002.

- PORTER, M.** 1998, Cluster and the new economics of competition. Harvard Business Review. 14 p.
- PORTER, M.,** 1990. La ventaja competitiva de las naciones. 2 ed. Buenos Aires. Vergara. 1027 p.
- RAMOS, J.** 1999. Complejos productivos en torno a los recursos naturales ¿Una estrategia prometedora? . Revista CEPAL. Chile. No, 66 :2001.
- REMOLINS, E. y CORIA, M.** 2001. Empresas basadas en la innovación: Oportunidades de la nueva economía. Universidad Austral. Disponible en: <http://www.austral.edu.ar/web/empresa/idied/down/eb.pdf>. Consultado 13 Agosto de 2002.
- ROSENFEL, S.** 1997. Bringing Business Clusters in to the Mainstream of Economic Development. European Planning Studies . 5 (1): 3-23.
- SAINSBURY .**1999. Biotechnology Clusters. Report of a team lead by Lord Sainsbury, Minister for Science. Disponible en:
- SALAZAR, A.** 2000. CARSES: NACIÓN, REGIÓN Y EMPRESA por la competitividad. Colombia. Ministerio de comercio exterior Colombia. Disponible en: http://www.dnp.gov.co/ArchivosWeb/Direccion_Desarrollo_Territorial/presentaciones/carces.ppt. Consultado 10 Mayo de 2002.
- SIMONSEN, E.** 2001. Los rostros de la biotecnología en Chile. Disponible en <http://www.quepasa.cl/revista/2001/09/30>. Consultado 23 septiembre de 2002.
- SOTO, C. y VILLA, M.** 2001. La política de creación de clusters institucionales: El cluster del sector naval de Galicia. Revista galena de economía. 10(1): 1-18.
- TANCER, R.** 1995. The Pharmaceutical Industry in Cuba. Clinical Therapeutics. (17): 4.
- VALENZUELA, P.** 1999. Fundación ciencia para la vida: Una iniciativa para la vinculación ciencia-industria en biotecnología. EN : Biotecnología en Chile, Oportunidad de innovación tecnológica. Santiago. Impresos Universitaria. : 37-46.
- VERASTEGUI, J.** 2001. Panorama del estado de la biotecnología en Latino América. Disponible en : <http://www.catie.ac.cr/posgrado/cursos/Biodiversidad/ponencia5.htm>. Consultado 20 Septiembre de 2002.
- ZELLER, C.** 2001. A recipe for success? Spatial patterns of growth of biotechnology in Munich, Rhineland and Hamburg. Small Business Economics 17:123-141.
- ZUCKER, L.** 1998. Intellectual Capital and the Brith of U.S. Biotechnology Enterprises. American Economic Review . 88 (1): 290-306.

ANEXOS

Anexo 1: Principales empresas biotecnológicas Chilenas.

Nombre Empresa	Representante	Perfil	Dirección	Ciudad
BIOFOREST LTDA.	Claudio Balocchi	Micropropagación de plantas y crianza de insectos controladores de plagas forestales.	Camino Coronel Km 15.	Coronel
BIOSCHILE I.G.S.A	Arturo Yudelevich	Diagnostico en el área de la salud Humana y animal, investigación Biomédica.	Av. Maratón 1943, Ñuñoa	Santiago
BIOSONDA	Alfredo de Loannes	Investigación, asesorías técnicas, Producción y marketing de productos obtenidos de la biotecnología inmunológica.	Castillo Velasco 2902, Ñuñoa.	Santiago
CERVECER SANTIAGO.LTDA	Hernán Dueñas	Micropropagación, cultivo de microorganismos, fermentación.	Bandera 84 piso 6º	Santiago
GRAN CHILE LTDA	Cristian Durán	Cultivo de Cramberry	Ruta 5 Km 771 Casilla 44	Lanco
ECOPRENERUR CHILE. LTDA	Felipe Aravena	Tratamiento biológico de aguas, agroindustriales y domiciliarias.	Bilbao 3052-A Providencia	Santiago
GATTAVARA S.A.C.I.	Attilio Gattavara	Cultivo de algas, producción y comercialización de derivados de microalgas y <i>Grana Cochinilla</i> .	O`Higgins 128	Iquique
PROBICAL LTDA	Marta Granger Marco	Desarrollo de productos y procesos biológicos de aplicación en el campo industrial y agropecuario.	Camino Melipilla 26200 Casilla 121	Malloco
SEMILLAS SNA	Manuel Bacigalupo	Programas de investigación en semillas mejoradas para el mercado nacional y extranjero.	Tenderini 187, piso 3	Santiago
TEPUAL S.A.	Carlos Sepúlveda	Cultivo de virus y bacterias, procesos de fermentación industrial, desarrollo de enzimas para uso industrial y medico	General Ekdhal 159	Concepción
VIÑA SANTA RITA	Demetrio Zañartu	Fermentaciones, micropropagación, tecnologías de elaboración de vinos finos con levaduras especiales.	Apoquindo 3669 Of 601	Santiago
VIVEROS BUENOS AIRES	Inés Abasa	Porta injertos clonales.	iabasa@entelchile.net	Angol
VIÑA ERRÁZURIZ	Alfonso Undurraga	Fermentaciones, micropropagación, tecnologías de elaboración de vinos finos con levaduras especiales.	Lota 2305 Providencia	Santiago

Fuente: Gil, L. Caracterización de la industria biotecnológica e Chile, 2002

Anexo 2: Número de proyectos aprobados en Biotecnología según áreas temática y fuente de financiamiento, durante el periodo 1982-2000.

Fondo	Agrícola	Pecuaria	Forestal	Otras	Total
FONDECYT	18	7	7	6	38
FONDEF	7	2	10	20	39
FONDAP	1	0	0	0	1
FIA	11	8	1	1	21
FONTEC	1	9	2	0	12
FDI	2	0	5	3	10
Otros	5	6	1	1	13
Total	45	32	26	31	134

Fuente : Situación de al Biotecnología Agropecuaria en Chile. Universidad de Chile 2001.

Anexo 3: Investigadores y docentes dedicados a trabajos biotecnológicos con dedicación del 50% del tiempo para investigación.

Nombre investigador	Institución	Especialidad
José Alcalde Furber	Pontificia Universidad Católica de Chile	Ecofisiología de cultivos/ biotecnología
Lyli Alvestegui	Pontificia Universidad de Chile	Biotecnología vegetal
Fedora Andrade	Soc, Agrícola Doña Javiara	Micropropagación / biotecnología
Patricio Arce	Pontificia Universidad de Chile	Virología vegetal / biotecnología
Sandra Hascenio	Universidad Austral de Chile	Micropropagación / biotecnología
Pilar Bañados	Pontificia Universidad Católica de Chile	Biotecnología en frutales
Edmundo Bordeu	Pontificia Universidad Católica de Chile	Microbiología de vinos / Biotecnología
Claudia Botti	Universidad de Chile	Cultivo de tejidos / Biotecnología
Ximena Calderón	Universidad de Talca	Biotecnología / Fisiología Vegetal
Loreto Cánaves	Universidad de Chile	Cultivo de tejidos / Biotecnología
Liliana Cardemil	Universidad de Chile	Fisiología y genética / Biotecnología
Mónica Castro	Universidad Católica de Valparaíso	Micropropagación de especies frutales
Luigi Ciampi	Universidad Austral de Chile	Fitopatología/Bacteriología / Biotecnología
Paula Córdova	Universidad de Tarapacá	Micropropagación / biotecnología
Marcia Costa	Universidad Austral de Chile	Fermentaciones / Biotecnología
Hugo Escobar	Universidad de Tarapacá	Laboratorio de cultivo de tejidos vegetales
Jaime Eyzaguirre	Universidad de Chile	Bioquímica / Biotecnología
Maria Gambardella	Universidad de Chile	Genética vegetal / Marcadores genéticos
Mariene Gebauer	Huerto California LTDA.	Botánica / Biotecnología
Isabel Gómez	Pontificia Universidad Católica de Chile	Ingeniería Genética
Enrique González	Universidad de Talca	Biotecnología / Biología Molecular
Nicole Hewstone	INIA La Platina	Biotecnología
Patricio Hinrichsen	INIA La Platina	Biotecnología
Loreto Holuinge	Pontificia Universidad Católica de Chile	Biología molecular vegetal / Biotecnología
Miguel Jordan	Universidad de al frontera	Morfogénesis Vegetal / Biotecnología
Xavier Jordana	Pontificia Universidad Católica de Chile	Biología molecular vegetal / Biotecnología
Annemarie Kamp	Huerto California LTDA.	Micropropagación
Erwin Kraukof	BIOFOREST	Biotecnología
Bernardo Latorre	Pontificia Universidad Católica de Chile	Patología frutal / Biotecnología
Alejandra Leppe	Pontificia Universidad Católica de Chile	Micropropagación vegetal/ Biotecnología
Maria Lobo	Alberto Behn	Micropropagación
Sergio Lobos	Universidad de Chile	Biología molecular / Biotecnología
Eduardo Loyola	Universidad de Chile	Neología / Biotecnología
Leví Mansur	Universidad Católica de Valparaíso	Genética / Fitomejoramiento/Biotecnología
Teresa Martínez	Pontificia Universidad Católica de Chile	Microbiología / Biotecnología

Luis Meza-Basso	Universidad de Talca	Bioquímica vegetal / Biotecnología
Mauricio Moreno	Pontificia Universidad Católica de Chile	Biología molecular / Biotecnología
Verena Müller	Laboratorio Univiveros (UNIFRUTI)	Biología molecular vegetal / Biotecnología
Aira Muñoz	Vitroplanta LTDA.	Cultiva de tejidos / Micropropagación
Carlos Muñoz	INIA La Platina	Genética vegetal / Biotecnología
Roberto Neira	Universidad de Chile	Genética animal / Biotecnología
Maritza Obando	BIOFOREST	Micropropagación /Biotecnología
Puline Olinger	Pontificia Universidad Católica de Chile	Micropropagación vegetal / Biotecnología
Alejandra Peirano	Pontificia Universidad Católica de Chile	Bioquímica / Biotecnología
Hernan Peredo	Universidad Austral de Chile	Biotecnología de microorganismos
Alejandra Poblete	Universidad de Chile	Micropropagación vegetal/ Biotecnología
Loreto Prat	Universidad de Chile	Cultivo de tejidos / Biotecnología
Humberto prieto	INIA La Platina	Biología molecular / Biotecnología
Maria Antonieta Reyes	Pontificia Universidad Católica de Chile	Fisiología vegetal/Estrés/Biotecnología

Alejandro Riquelme	Universidad de Chile	Bioquímica de fotosíntesis / Biotecnología
Simón Ruiz	Universidad de Talca	Genética molecular/ Biotecnología
Maria Sabja	BIOFOREST	Micropropagación / Biotecnología
Sonia Sanhueza	Universidad de Chile	Micropropagación /Biotecnología
Eudisia Santibáñez	Pontificia Universidad Católica de Chile	Biología molecular vegetal / Biotecnología
Amalia Sapaj	Pontificia Universidad Católica de Chile	Biología Molecular / Biotecnología
Renate Schobitz	Universidad Austral de Chile	Microbiología de los alimentos / biotecnología
Daniela Seellenfreund	Universidad de Chile	Biología molecular / biotecnología
Andrea Stipo	Pontificia Universidad Católica de Chile	Fisiología vegetal / Biotecnología
Bruno Tesser	Pontificia Universidad Católica de Chile	Microbiología / Biotecnología
Horacio Urzúa	Pontificia Universidad Católica de Chile	Biología de suelos / Biotecnología
Juan Velozo	Pontificia Universidad Católica de Chile	Fisiología vegetal / Biotecnología vegetal
Pilar Videla	Instituto Forestal	Micropropagación / Biotecnología forestal
Mercedes Zaldivar	Universidad de Chile	Microbiología / Biotecnología
Andrés Zurita	CULTIVITRO (HORTIFRUT)	Microbiología / Biotecnología

Fuente : Investigación Propia.

Anexo 4: Principales productos biotecnológicos generados por empresas Chilenas.

Sector	Producto	Empresas
Diagnóstico Médico.	-Kits de diagnóstico: enfermedad de Chagas, embarazo, helicobacter pylori y otras.	Bios-Chile
Productos de enfermedades en peces.	-Tecnología de PCR para la detección de enfermedades virales. -Kits de detección de enfermedades en algas.	Diagnotec
Productos de enzimas y proteínas.	-Blue barrier -Papaina -Proteínas recombinantes	Biosonda Technologic farm Bios Chile
Biofertilizantes y biopesticidas	-Fertilizantes a partir de extractos de algas. -Biopesticidas a partir de extractos biológicos	Probica Actigen
Forestal	-Clones de pino Radiata	Genfor

Fuente: Carlos Fernández, 2002. Análisis comparativo de políticas biotecnológicas, Fundación Chile

Anexo: 5 Encuesta para caracterizar los casos para el estudio de conglomerados.

1. Nombre de la empresa _____

2. Ubicación Dirección _____
Comuna _____
Región _____
Kilómetros de Santiago _____
Cercanía de puerto o aeropuerto _____
Producción _____
Oficinas de ventas _____

3. Cuales son los productos biotecnológicos y los procesos productivos utilizados.

4. Cuales son los mercados de destino de su producción.

Nacional _____
Estados Unidos _____ Unión Europea _____
Asia _____ Latinoamérica _____
Otros _____

5. Cuales son los volúmenes de ventas anuales para sus productos biotecnológicos.

Ventas nacionales _____
Exportaciones _____

6. Cual es la participación en el mercado biotecnológico de su empresa (%).

7. Cuales son los montos destinados a I + D en la empresa.

8. Que proyectos de investigación está desarrollando en la actualidad.

9. En cuanto al financiamiento para proyectos de investigación en biotecnología de su empresa,
cuales son.

Montos _____
Fuentes _____

10. Su empresa tiene asociaciones o contrato con universidades SI ____ NO ____

Nombre _____
Áreas de asociación _____

11. Su empresa tiene algún tipo de asociación con otras empresas del área biotecnológica.

Nombre _____
Forma de asociación _____

12. Cual composición del capital humano de su empresa.

Número de ingenieros _____
Especialización o grado académico _____
Numero de técnicos _____
Área de Especialización _____

13. Su empresa, tiene como política la capacitación permanente de su personal.
SI _____ NO _____

14. Su empresa ha hecho registro de patentes para sus productos

Cuales _____

15. Cual es su opinión acerca de las normas vigentes en Chile sobre propiedad intelectual.

Anexo 6: Matriz de entrada para el análisis de conglomerados.

Empresa	Región	Comun	Kmstg	Comu	Prod	Tecno	Merca	Pmerc	Vinuniv	Vinemp	Uni	Prof	Orifina
Biofores	8	1	660	4	1	1	1	1	2	2	2	4	2
Cervecer	13	2	5	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2
Cran Chi	10	3	835	1	3	1	1	2	1	1	1	1	2
Ecoprene	13	5	3	2	4	2	1	2	1	1	1	0	2
Probical	13	4	128	4	5	3	3	2	2	1	3	6	1
Semillas	13	2	5	2	6	4	3	2	1	2	1	2	2
Tepual	8	8	515	4	7	2	3	2	1	1	1	1	1
Viveros	9	6	608	2	3	1	1	2	1	1	1	1	1
Laborato	8	8	515	4	1	4	1	2	1	1	1	2	1
Inual	13	2	5	2	2	2	1	2	2	2	4	1	1
Biogenet	13	9	2	1	3	4	1	1	2	2	2	6	1
Algisa	13	0	0	2	5	3	1	2	1	1	1	1	2
Biopol	13	13	15	2	5	3	3	2	1	1	1	1	2
Biohidri	13	7	3	2	4	2	3	1	2	1	2	1	1
Genfor	13	9	2	1	1	4	1	1	2	2	8	2	1
Linsa	13	7	3	2	7	2	1	2	1	1	1	0	1
Tecnolog	4	10	472	1	8	3	3	2	1	1	1	0	1
Natural	5	11	115	1	8	3	2	2	2	1	3	0	6
Xilema B	5	12	128	1	5	3	1	2	1	1	1	0	2
Biotec C	13	13	15	2	4	2	1	2	1	1	1	0	1
Anasac	13	5	20	2	5	4	3	2	2	2	2	0	2
Viveros	6	14	95	3	3	1	1	2	1	2	1	6	1
Laborato	5	15	150	1	9	1	1	2	1	1	1	5	2
Soc.Agr.	5	16	135	1	3	1	1	2	1	1	1	4	2
Cultivos	5	11	130	1	3	1	1	2	1	1	1	5	1
Centro b	5	17	120	1	8	5	1	1	2	1	6	4	1
Centro g	13	18	7	2	10	6	1	2	2	1	3	3	1
FIA	13	19	1	2	10	7	1	2	2	1	2	3	2
REDBIO C	13	0	0	2	10	7	1	2	1	1	1	0	2
Ecotecno	5	17	120	1	4	3	1	2	1	2	1	2	2
Fundació	13	19	1	2	10	7	1	2	1	2	1	0	7
Institut	7	20	258	3	10	5	1	1	2	1	5	18	4
Unidad d	8	8	515	4	8	3	1	1	2	1	4	0	6
Laborato	8	21	403	3	3	1	1	1	2	1	4	3	7
Laborato	8	21	403	3	8	5	1	2	2	1	4	2	1
Vitropla	8	22	513	1	9	1	1	2	1	1	1	2	2
Centro r	9	23	942	1	9	4	1	2	2	2	6	2	7
Criadero	5	12	128	1	3	1	1	2	1	1	1	1	1
Estación	5	12	128	1	3	1	1	2	2	2	9	3	7
Estación	13	28	10	2	11	1	1	2	2	2	2	6	7
Unidad d	13	18	7	2	10	5	1	1	2	1	3	5	1
Cultivit	13	24	3	2	3	1	1	2	1	1	1	2	1
Laborato	13	19	1	2	3	5	1	1	1	1	1	4	1
Laborato	7	20	258	3	11	5	1	1	2	1	5	2	3
Programa	7	20	258	3	11	5	1	1	2	1	5	18	3
Centro r	9	25	673	1	3	5	1	1	2	2	8	1	1
Laborato	10	26	835	4	3	5	1	1	2	1	6	5	7
Hortifru	13	24	3	2	3	4	1	2	1	1	1	5	1
Laborato	13	28	10	2	3	1	1	2	2	1	2	2	1
Estación	8	21	403	3	3	4	1	2	2	2	4	4	1

Anexo 7: Dendrograma usando método jerárquico de semejanza media entre grupos.

Casos	Distancias					
	0	5	10	15	20	25
	núm.	+-----+-----+-----+-----+-----+				
Instituto UTAL	32					
Programa bitec UTAL	45					
Biogenetic	11					
Genfor	15					
Inual	10					
Centro Carillanca	46					
Estación Quilamapu	50					
Centro genómico PUC	27					
FIA	28					
Unidad Biotec PUC	41					
Lab de micropropag	35					
Lab tejodos Utal	44					
Centro biotec UTFSM	26					
REDBIO Chile	29					
Fundació Ciencia para	31					
Cran Chile	3					
Viveros Buenos Aires	8					
Laborato CIDI	9					
Soc.Agr.Doña javiera	24					
Cultivos ATR	25					
Criadero huerto Calif	38					
Xilema BIOCONTROL	19					
Lab Alberto Bhen	23					
Vitroplanta	36					
Viveros Requinoa	22					
Ecotecnos	30					
Ecopreneur	4					
Algisa	12					
Linsa	16					
Biotec Control	20					
Cervecer Santiago	2					
Cultivintro	42					
Hortifru	48					
Lab tejidos U Chile	49					
Lab de biotecnología	43					
Tepual	7					
Tecnología Farm	17					
Semillas SA	6					
Anasac	21					
Biopol	13					
Probical	5					
Biohidrica	14					
Unid tec U Concep	33					
Lab cult de tejidos	34					
Lab Micropropagación	47					
Bioforest	1					
Natural Response	18					
Estación La palma	39					
Centro Remehue	37					
Estación Platina	40					

Anexo 8: Dendrograma formado por método jerárquico de vinculación media inter grupos, para tres clusters.

		Distancia					
	Num	0	5	10	15	20	25
Casos		+-----+-----+-----+-----+-----+					
Biohidricas	14						
Lab cult tej veg U Chile	49						
Centro genómico PUC	27						
Unid de Biotec agrop PUC	41						
Probical	5						
FIA	28						
Biogenetic	11						
Anasac	21						
Inual	10						
Bioforest	1						
Estación Quilamapu	50						
Lab Biotecnología	43						
Hortifrut	48						
Linsa	16						
Biotec Chile	20						
Cultivintro	42						
Biopol	13						
REDBIO Chile	29						
Cervecer Santiago	2						
Ecopreneur	4						
Algisa	12						
Lab Alberto Behn	23						
Soc.Agr.Doña Javiera	24						
Xilema Biocontrol	19						
Cultivos ATR	25						
Criadero Huerto California	38						
Tecnología Farm	17						
Tepual	7						
Lab CIDI	9						
Viveros Buenos Aires	8						
Vitropla	36						
Cran Chile	3						
Viveros Requinoa	22						
Ecotecnos	30						
Semillas SA	6						
Genfor	15						
Centro Carillanca	46						
Centro Remehue	37						
Estación la Palma	39						
Lab cul tej veg UTAL	44						
Programa Biología UTAL	45						
Inst Biología UTAL	32						
Lab Micropropagación	35						
Centro Biotec UTFSM	26						
Unid DES TEC U Concepción	33						
Lab cult tejidos	34						
Natural Response	18						
Lab cult tej U Valdivia	47						
Fundación Cs.para la vida	31						
Estación la Platina	40						

Anexo 9: Principales rubros, inversión en I&D y ventas de empresas biotecnológicas nacionales.

Actividad	Empresa	I&D	Ventas (US \$ mill)	Exportaciones (US \$ mill)	Empleados
Diagnostico	5	0.82	4.45	0.7	95
Enzimas y Químicos finos.	5	0.16	1.72	0.41	68
Biofertilizantes y biopesticidas.	2	0.14	1	0	16
Biotecnología ambiental	1	0.16	ND	0	31
Biotecnología Forestal.	1	0.02	0.01	0	3
Control biológico De plagas	2	0.11	0.15	0	22
Ingeniería genética De plantas	3	0	0	0	3
Total	19	1.41	7.33	1.28	238

Fuente: Análisis comparativo de políticas biotecnológicas, 2002.