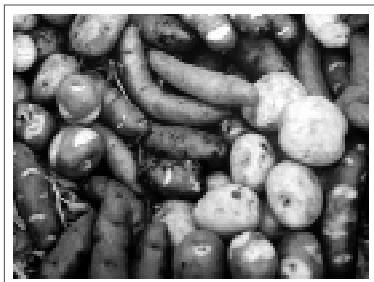


INVESTIGACION BIOTECNOLOGICA
EN CHILE ORIENTADA A LA
PRODUCCION DE TRANSGENICOS



María Isabel Manzur

INVESTIGACION BIOTECNOLOGICA
EN CHILE ORIENTADA A LA
PRODUCCION DE TRANSGENICOS



María Isabel Manzur

Ph.D en Zoología

ISBN:

Registro de Propiedad Intelectual:

Junio, 2003

Investigación

René Hernández del Río

Ingeniero Forestal

Foto Portada: Carlos Venegas

Diseño y Diagramación:

Impresión:

AGRADECIMIENTOS

Parte de la investigación de este libro fue efectuada por René Hernández del Río, al cual sinceramente agradezco sus esfuerzos. Su contenido se elaboró en el contexto de un Proyecto de GRAIN sobre la penetración biotecnológica en América Latina, siendo una extensión del capítulo sobre investigación biotecnológica en Chile. Agradezco el financiamiento de esta obra a GRAIN, Genetic Resources Action International, Foundation for Deep Ecology y al Programa Chile Sustentable. También agradezco a Carlos Venegas del Centro de Educación y Tecnología, CET de Chiloé, por aportar amablemente la foto de la portada de papas nativas de Chiloé.

INDICE

RESUMEN

1.- INTRODUCCION

2. - POLITICAS DE ESTADO

- 2.1 Política de Estado para la Agricultura Chilena
- 2.2 Política Nacional de Derechos de Propiedad Intelectual y Biotecnológica

3.- POLITICAS Y PROGRAMAS DE INVESTIGACION EN BIOTECNOLOGIA EN CHILE

- 3.1 Programa Nacional de Biotecnología
- 3.2 Programa de Ciencia y Tecnología
- 3.3 Programa de Innovación Tecnológica
- 3.4 Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica
- 3.5 La Iniciativa Genoma Chile
- 3.6 Comisión Nacional de Biotecnología
- 3.7 Comité Nacional de Biotecnología, CONICYT

4.- CENTROS DE INVESTIGACION BIOTECNOLOGICA

- 4.1 Centros Regionales de Investigación Científica y Tecnológica, CONICYT
- 4.2 Centro Regional de Biotecnología, Región del Bio Bio
- 4.3 Centro de Bioinformática, Genómica Funcional y Química Teórica, Universidad de Santiago
- 4.4 Centro de Genómica y Bioinformática, Pontificia Universidad Católica de Chile
- 4.5 Centro de Estudios Científicos, Valdivia<<

5.- ACUERDOS INTERNACIONALES DE COOPERACION TECNOLOGICA

- 5.1 Memorandum de Cooperación en Biotecnología Agrícola, Chile-Canadá
- 5.2 Declaración de Intenciones en Biotecnología, Chile- EE.UU
- 5.3 Acuerdo Biotecnológico con la Unión Europea
- 5.4 Consejo Consultivo en Biotecnología para América Latina y el Caribe de ONUDI
- 5.5 Proyecto de Cooperación Tecnológica Chile- Brasil
- 5.6 Programa Biotecnológico por Compra de Armamento
- 5.7 Convenio Francia-Chile de Agua y Biotecnología

6.- REDES Y ORGANIZACIONES DE FOMENTO A LA BIOTECNOLOGIA

- 6.1 Redbio
- 6.2 Simbiosis
- 6.3 CamBioTec
- 6.4 Relab

7.- INVESTIGACION BIOTECNOLOGICA EN CHILE

8.- INSTITUCIONES DE INVESTIGACION BIOTECNOLOGICA EN CHILE

- 8.1 Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA
- 8.2 Codelco-BioSigma S.A
- 8.4 Universidad de Chile
- 8.3 Pontificia Universidad Católica de Chile
- 8.5 Universidad de Talca
- 8.6 Universidad Austral de Chile
- 8.7 Universidad Técnica Federico Santa María
- 8.8 Universidad de La Frontera
- 8.9 Otras Universidades
- 8.10 Fundación Chile, Biogenetic, Genfor
- 8.11 IANSA
- 8.12 Fundación Ciencia para la Vida
- 8.13 Instituto Milenio de Biología Fundamental y Aplicada (MIFAB)
- 8.14 Bios Chile Ingeniería Genética S.A
- 8.15 Bio- Forest S.A
- 8.16 Forestal Mininco
- 8.17 Otras Empresas

9.- PROYECTOS DE INVESTIGACION EN TRANSGENIA Y FUENTES DE FINANCIAMIENTO

10.- SEMINARIOS Y EVENTOS EN BIOTECNOLOGIA

11.- COMENTARIOS

12.- LITERATURA CITADA

13.- ANEXOS

1. Sistema de Fondos Tecnológicos
2. Cuadro Resumen de Proyectos en Transgenia, Período 1989-2002
3. Seminarios en Chile sobre Transgénicos, Período 1997-2002

RESUMEN

La Fundación Sociedades Sustentables ha venido desarrollando el tema de la biotecnología y la bioseguridad de los organismos transgénicos en Chile desde 1998 en adelante, a través de investigación y difusión de información a la ciudadanía, organismos públicos y tomadores de decisiones. El objetivo del presente estudio, es aportar mayor información sobre la investigación biotecnológica en Chile enfocada en el desarrollo de la transgenia y la genómica, con el fin de entender con mas profundidad el sistema de penetración de estas nuevas biotecnologías en el nuestro país y en América Latina y las implicancias que estas políticas pueden tener para el desarrollo agrícola y sustentable. Estimamos que el tema de la biotecnología, no es solo un tema científico, sino que concierne y afecta a todos los estamentos de la sociedad, por lo que este estudio busca hacer accesible esta información al escrutinio de la ciudadanía.

El libro aborda las políticas y programas de desarrollo de la biotecnología, la transgenia y genómica en Chile, fuentes de financiamiento, acuerdos internacionales de cooperación biotecnológica, órganos nacionales e internacionales de fomento a la biotecnología y transgenia, y las estrategias de promoción a través de seminarios y eventos. Se describe además la investigación biotecnológica en Chile, con énfasis en los centros de investigación y proyectos específicos en transgenia y genómica.

Este estudio recomienda tener precaución en promover y destinar demasiados recursos a un desarrollo biotecnológico en Chile dirigido a crear productos transgénicos, dado que existe una gran polémica y discusión mundial en torno a la seguridad de estos cultivos e incerteza de los beneficios que estas ciencias prometen. Lo mas grave es que la contaminación de los organismos transgénicos hacia otras especies es un efecto irreversible, que puede afectar nuestra valiosa biodiversidad y el acceso a mercados exigentes que rechazan los productos transgénicos.

Concluye que la entrada de Chile a la carrera de la transgenia, la genómica y el patentamiento, es una apuesta arriesgada y contraria al desarrollo sustentable del país. Esto solo apoya los intereses de los países productores de transgénicos y de las multinacionales biotecnológicas, que buscan facilitar la entrada de sus alimentos y tecnología transgénica (semillas transgénicas patentadas ligadas a la venta de sus herbicidas) a nuestros países.

Por esto, la Fundación Sociedades Sustentables estima que en vez de priorizar el desarrollo biotecnológico de Chile enfocado a ciencias no probadas, riesgosas, poco éticas que incluyen patentes sobre seres vivos y genes, que requieren inversiones prohibitivas para los países en desarrollo, sería mas fructífero poder destinar estos recursos en tecnologías que apoyen la conservación y uso sustentable de nuestros recursos naturales otorgándoles valor industrial no transgénico, en el desarrollo de una agricultura limpia, orgá-

nica, de alta calidad que supla las crecientes necesidades de los mercados exigentes que rechazan los transgénicos. También sería necesario promover la investigación en tecnologías que apoyen la agricultura campesina, el uso de semillas locales y nuestra soberanía alimentaria.

Finalmente, estimamos que la entrada de Chile a la transgenia, amerita un debate participativo e informado, y una reflexión mucho más profunda que permita que las decisiones que se adopten sobre el desarrollo biotecnológico nacional se sustenten en el principio precautorio y estén enfocadas en el desarrollo sustentable del país.

1. INTRODUCCION

La Fundación Sociedades Sustentables, trabaja en el tema de la Biotecnología y la Bioseguridad desde 1998, enfocándose hacia los organismos modificados genéticamente, sus riesgos sobre el medio ambiente y la salud, tanto a nivel global como en Chile. En este período ha producido dos documentos sobre la situación de los cultivos y árboles transgénicos en Chile(1)(2) y elabora un Boletín Electrónico de Actualidad sobre Transgénicos, 3 veces al año (3). De esta manera, la Fundación ha contribuido al debate nacional sobre este tema poco conocido y que aun se encuentra cerrado al escrutinio público, con información y análisis que apoyan la educación ciudadana y promueven su participación en la elaboración e implementación de políticas públicas respecto a la biotecnología y los organismos transgénicos en Chile.

Chile posee características climáticas y fitosanitarias que son favorables para la producción de semillas. Esto ha llevado a que nuestro país haya sido escogido para la producción de semillas transgénicas de contraestación. La producción de este tipo de semillas comenzó en 1992 con dos cultivos, tomate y canola (4) y continua crecientemente hasta hoy en que se siembran alrededor de 7.000 ha anuales, de 13 diferentes cultivos, mayoritariamente maíz y algo de soya. Muchas de las empresas que cultivan transgénicos son subsidiarias de compañías transnacionales, que realizan toda la investigación en el extranjero y utilizan a Chile sólo como un centro de producción y comercialización de sus nuevos productos (1)(4).

A pesar de que se producen semillas transgénicas en Chile, el país aun no define oficialmente una política clara respecto al tema (1). Existe además una situación de desinformación sobre los sitios exactos de siembra de transgénicos, modificaciones genéticas, compañías involucradas y medidas de bioseguridad. Estos cultivos se siembran en casi todas las regiones del país, sin planificación y con medidas de bioseguridad cuya efectividad no se ha evaluado en el campo (1).

Algunos organismos nacionales, tanto públicos, académicos y privados, ya se encuentran activamente involucrados en la investigación con fines de producción de organismos transgénicos (1). Es fundamental conocer la forma en que Chile va a encaminar la investigación en biotecnología, y específicamente en organismos transgénicos, ya que tendrá necesariamente un gran impacto en la biodiversidad en el desarrollo agrícola y económico del país.

Estudios recientes, demuestran la dificultad e imposibilidad de coexistencia entre cultivos transgénicos y convencionales u orgánicos (5)(6), por los riesgos de contaminación que encarece los costos de producción y podría cerrar mercados por la imposibilidad de poder garantizar productos libres de transgenia (1).

El sector silvoagropecuario participa de un 25% del total de las exportaciones nacionales y contribuye a un 6.7% del PGB (7). Esta importante producción de exportación, se concentra en unos pocos productos, algunos de ellos de alta calidad, dirigida a mercados exigentes, que poseen regulaciones estrictas sobre transgénicos y cuyos consumidores los rechazan (1).

Estos antecedentes motivaron a la Fundación Sociedades Sustentables a investigar mas a fondo la investigación biotecnológica en Chile, las políticas existentes para su desarrollo, las fuentes de financiamiento y las instituciones involucrados. El objetivo de este estudio es aportar información a la sociedad civil, agricultores y tomadores de decisiones sobre la biotecnología en Chile y ayudar a generar un debate informado sobre esta tema tan trascendental para el país.

2. POLÍTICAS DE ESTADO

2.1 POLÍTICA DE ESTADO PARA LA AGRICULTURA CHILENA

El Ministerio de Agricultura ha desarrollado una política de Estado para la Agricultura Chilena, para el período 2000 - 2010. En ella se reseñan las prioridades en el desarrollo agrícola y las necesidades de investigación (7).

Respecto a la producción de semillas, señala que Chile se ha consolidado hoy como un eficiente y confiable proveedor de semillas a los países del Hemisferio Norte. Destaca que este es el único sector que trabaja con transgénicos, y que existe una presión de las empresas internacionales por ampliar la superficie de estos semilleros destinados a la exportación. De acuerdo a esta premisa, el Ministerio plantea que los desafíos futuros dicen relación con la producción transgénica, y la definición de una postura país frente a estos productos.

También el Ministerio plantea la necesidad de un mejoramiento de la productividad de los recursos naturales. Menciona específicamente, la necesidad de otorgar una valorización económica y protección de los recursos genéticos señalando que el desarrollo del mercado biotecnológico internacional hacen cada vez más atractivos los recursos genéticos de los países del sur, en particular del nuestro, dadas sus especiales características ecológicas (endemismo). Para tal efecto, plantea elaborar una política sectorial que proteja nuestros recursos genéticos y permita a los agricultores obtener una compensación económica por el hecho de conservarlos y desarrollarlos. Asimismo plantea la necesidad de reforzar los programas de investigación científico-tecnológica y los programas de fomento productivo, de modo de valorizar económicamente estos recursos.

El documento señala que INIA contempla especializarse tanto en conservación y valoración de recursos genéticos, como en biotecnología agrícola y forestal. El Ministerio también señala la necesidad de desarrollar una agricultura limpia y de calidad, y definir estándares en insumos, procesos y productos, sus condiciones de bioseguridad y trazabilidad, así como los requerimientos de información que deben asociarse a cada producto o insumo.

Aborda además la necesidad de perfeccionar el actual sistema de regulación de los organismos genéticamente modificados (OGM), en productos agropecuarios y/o alimentos, a partir de una política país frente a los OGMs. Señala la necesidad de aunar criterios con los Ministerios de Salud y Economía respecto de autorizaciones, normas y sistemas de etiquetado.

Frente a la transgenia, el Ministerio de Agricultura de Chile ha desarrollado un proceso para establecer una posición respecto a este tema. Como resultado, ha declarado públicamente que basará su política sobre transgénicos en la cautela, en la posición de menor

costo frente a la disyuntiva Unión Europea/EE.UU., y la consulta a todos los sectores productivos. De hecho, esta consulta, dio por resultado que la mayoría de los sectores desean mantener la actual situación y no aumentar la liberación de cultivos transgénicos en Chile, por temor a restricciones comerciales de los mercados de destino, especialmente la UE y Japón. Los sectores que apoyan los transgénicos son la industria forestal (Corma), los productores de aves y cerdos, los productores de semillas, y IANSA; que fomenta la remolacha transgénica. Gran parte de los rubros agropecuarios de exportación se oponen a la liberación de transgénicos en Chile. Entre ellos, los productores de vinos, la Asociación de Productores de Salmón y Trucha, Fedefruta, la Sociedad Nacional de Agricultura, la Agrupación de Agricultura Orgánica de Chile, AAOCH, los pequeños productores agrícolas y Fedecarne (8).

2.2 POLITICA NACIONAL DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL Y BIOTECNOLOGIA

En junio 2002, el Subsecretario de Economía, en el marco del 2º Seminario Internacional de Derechos de Propiedad Intelectual Relacionados con el Comercio, dio a conocer parte de los fundamentos de la política de desarrollo biotecnológico en Chile, relativas a derechos de propiedad intelectual. El Subsecretario señaló que EE.UU. y otros países industrializados exigen ampliación de los derechos de propiedad intelectual en los acuerdos comerciales. Este fortalecimiento de las patentes no beneficia al país y por el contrario, estorba el desarrollo tecnológico nacional, por hacer más difícil el acceso a productos y procesos tecnológicos patentados. El Subsecretario agregó que tampoco incentiva la capacidad inventiva nacional, pues en los países en desarrollo, no existe relación entre el fortalecimiento de los derechos de propiedad intelectual y el aumento de la innovación. Para contrarrestar esta desventaja, el Ministerio de Economía ha buscado fortalecer el gasto en investigación y desarrollo. Aunque esto no es posible en los rubros de la informática o farmacéutica, en el área de la biotecnología, en que Chile posee ventajas de una biodiversidad única y exclusiva, podría fomentarse el desarrollo biotecnológico y el patentamiento de las innovaciones. Para esto se constituyó una comisión presidencial para desarrollar una estrategia país en materia de biotecnología y derechos de propiedad intelectual (ver mas adelante) (9).

3.POLITICAS Y PROGRAMAS DE INVESTIGACION EN BIOTECNOLOGIA EN CHILE

3.1 Programa Nacional de Biotecnología

Desde 1997, que se viene perfilando una política nacional de desarrollo de la biotecnología en Chile. En ese año, se realizó la Conferencia de Planificación del Programa Nacional para el Desarrollo de la Biotecnología Agropecuaria y Forestal en Chile en la ciudad de Chillán. Fue convocada por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), el Ministerio de Agricultura y la FAO, e involucró a la mayor parte de los investigadores que trabajan en biotecnología en el país. El evento contó además con un importante apoyo de organismos internacionales como la UNESCO y muy particularmente de la FAO, que dispuso de un grupo de siete especialistas que durante casi 2 meses ayudaron en la ejecución del diagnóstico y la formulación de la propuesta. En ella se expone en detalle el proceso necesario para preparar el Programa Nacional de Biotecnología, la necesidad de que el Gobierno de Chile cree un Programa Nacional para el Desarrollo de la Biotecnología y propone involucrar a seis expertos, uno de ellos en transformación genética, para la formulación de este Programa (10)(11).

Este diagnóstico menciona que la agricultura chilena depende de un número reducido de productos, y que por lo tanto existe necesidad de diversificar la producción, de mejorar la calidad de los mismos para aumentar su competitividad, y otorgar valor a los productos básicos. Señala que la biotecnología desempeña un rol fundamental para desarrollar estas estrategias. Se expusieron los avances de la investigación biotecnológica en Chile, detectándose que esta se encuentra en un nivel incipiente, y se identificaron las deficiencias, necesidades de investigación y de desarrollo de capacidades (10)(11)(12)(13).

Como resultado de esta conferencia, se elaboró un Programa, que consiste básicamente en conseguir 44 millones de dólares por un período de 10 años para el desarrollo de biotecnología. La administración de este Programa estaría a cargo del Ministerio de Agricultura a través de un Consejo Directivo con miembros internacionales, que fijen prioridades, determinen plazos y componentes de los proyectos. Contempla además fondos para la capacitación de recursos humanos, y para la repatriación de investigadores chilenos que se encuentran en el extranjero y que hoy en día no cuentan con mecanismos que les permitan cooperar desde su sede en el desarrollo de la biotecnología nacional. La implementación de este Programa se encuentra pendiente y parte de este plan se pondría en práctica a partir del año 2001, con el comienzo del Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica (11)(12)(13)(14).

3.2 Programa de Ciencia y Tecnología

La investigación biotecnológica en Chile se ha fomentado a través varios programas de desarrollo. Entre ellos tenemos el Programa de Ciencia y Tecnología, que fue desarrollado en el periodo 1992-1995 con apoyo de un crédito del Banco Interamericano de Desarrollo, BID. Este programa inició un proceso de vinculación entre la comunidad de investigación y el sector productivo. Su principal impacto fue la creación y administración de un Sistema Nacional de Innovación con capacidad de promover la investigación básica, aplicada y la investigación y desarrollo en empresas privadas. El programa también tuvo un importante impacto en el mejoramiento de la infraestructura científica de las universidades y de sus recursos humanos (15).

3.3 Programa de Innovación Tecnológica

El sucesor del Programa de Ciencia y Tecnología, fue el Programa de Innovación Tecnológica que se desarrolló entre 1996-2000. Este programa continuó el impulso al desarrollo de la innovación tecnológica en el sector industrial, enfocándose en el incremento de la infraestructura tecnológica nacional, creación de centros de investigación, desarrollo y transferencia de tecnología tanto en el sector público y el privado. Ambos programas constituyen la base del nuevo Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica que se desarrolla entre el 2001-2004 que se describe a continuación (16).

Cabe mencionar que estos programas de Innovación Tecnológica, han funcionado a través proyectos financiados por el Sistema de Fondos Tecnológicos, que incluye: el Fondo Nacional de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT), el Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF), el Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo (FONTEC), el Fondo de Desarrollo e Innovación (FDI), la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), y el Fondo de Investigaciones Mineras (FIM) (Anexo 1)(16).

3.4 Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica. Convenio Gobierno de Chile – BID (16)

El Gobierno de Chile ha determinado que el avance tecnológico representa una de sus mayores prioridades, y ha propuesto como un objetivo elevar la inversión nacional en Investigación y Desarrollo, del 0.8% del PGB que es actualmente (11) al 1,2 % del PIB para el año 2006. Para alcanzar este objetivo ha solicitado el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo, BID, para financiar un Programa cuyo objetivo general es contribuir al aumento de la competitividad de la economía chilena mediante el apoyo a la innovación y desarrollo tecnológico en áreas estratégicas (16). La implementación de este Programa comenzó en el 2001.

El fundamento de este programa, elaborado por el Ministerio de Economía en conjunto con otros servicios, sería que la base exportadora chilena se encuentra extremadamente concentrada en los sectores de recursos naturales, lo que en el largo plazo podría afectar negativamente las perspectivas de desarrollo del país. El programa plantea entonces, que el desafío para el sistema productivo y comercial de Chile, no consistiría en reemplazar la producción y exportación de recursos naturales por productos manufacturados, sino más bien en desarrollar una estrategia que combine el incremento de la diversificación productiva y exportadora con la agregación de valor a la producción y a las exportaciones basadas en recursos naturales. Esta agregación de valor, se entiende como el desarrollo de productos biotecnológicos y transgénicos.

El Programa reconoce que algunas actividades de desarrollo de tecnologías, pueden presentar impactos potenciales negativos al medio ambiente y menciona la necesidad de adoptar medidas para evitar o minimizar estos impactos. Destaca las consideraciones sociales y ambientales, y señala que está concebido para contribuir al aumento de la competitividad de manera ambientalmente sustentable.

El Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica, tiene un financiamiento de 200 millones de dólares, de los cuales el Banco BID y el Gobierno de Chile aportan 100 millones de dólares cada uno. El período del proyecto son 3.5 años. El ejecutor es el Ministerio de Economía a través de su Subsecretaría de Economía, que para el efecto, contaría con una Dirección Ejecutiva del Programa que tendrían la responsabilidad total frente al Banco.

Las principales instituciones participantes incluyen la Corporación de Fomento, CORFO, la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, CONICYT y la Fundación para la Innovación Agraria, FIA, que promoverán y apoyarán las líneas de acción de los Subprogramas mediante la aplicación de los instrumentos públicos con que actualmente cuenta cada uno de ellos, que serían los sistemas de fondos tecnológicos: FONDEF, FONTEC, FDI y FIA, introduciendo en ellos las adaptaciones necesarias cuando fuere requerido.

El programa exige incluir en el reglamento operativo, criterios específicos para asegurar que en los proyectos que se financien se adopten medidas que posibiliten un manejo adecuado de los recursos naturales y la mitigación de impactos ambientales negativos. Para que un proyecto del Subprograma de desarrollo tecnológico en los sectores forestal, agropecuario y acuícola, sea elegible para recibir financiamiento, deberá cumplir con las normas de protección ambiental y de seguridad laboral correspondientes al ramo en Chile. Además se solicitará que los beneficiarios presenten una evaluación del impacto ambiental potencial que la tecnología a ser desarrollada podrá introducir en el medio ambiente y que se proponga un plan de manejo de las medidas de mitigación de los impactos.

Este programa consta de 5 Subprogramas, de los cuales 3 tienen relación al desarrollo de biotecnología (16):

a.- Subprograma de Prospectiva Tecnológica

Este Subprograma es coordinado por el Ministerio y Subsecretaría de Economía y su financiamiento es de US\$ 2 millones. Busca identificar y priorizar áreas estratégicas para el desarrollo tecnológico y productivo nacional en el largo plazo. El subprograma ha seleccionado 4 áreas o actividades económicas: Educación y Tecnologías de Información, Industria del Vino, Biotecnología, Industria Acuícola. El propósito del Programa en estas áreas seleccionadas, sería proyectar su desarrollo en un horizonte de 10 años a partir de la situación actual, identificar las necesidades científicas, tecnológicas y de política que encaminen a esa meta y elaborar proyectos específicos.

Es interesante notar, que los programas de prospectiva tecnológica, se encuentran dentro de las nuevas orientaciones que impulsa la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, ONUDI. Este organismo ha otorgado apoyo a iniciativas de Prospectiva Tecnológica en varios países de América Latina, como Argentina, Brasil y Uruguay. En Agosto del 2000, el triministro de Economía, Minería y Energía de Chile expresó el interés del Gobierno de Chile en cooperar con la ONUDI en este Programa (17). Como resultado, se desarrollará en Chile el Congreso Mundial de Biotecnología en el año 2004, organizado por el Gobierno de Chile en conjunto con ONUDI (18).

b.- Subprograma de Desarrollo Tecnológico en los Sectores Forestal, Agropecuario y Acuícola

Este Subprograma es coordinado por el Ministerio y Subsecretaría de Economía y su financiamiento es de US\$ 42 millones. Su objetivo es incrementar la competitividad de los sectores forestal, agrícola y acuícola, a través del desarrollo de la biotecnología en sus procesos y productos. El Subprograma consta de tres componentes: Financiamiento de proyectos biotecnológicos, formación de capacidades de recursos humanos en áreas desatendidas y fortalecimiento de los servicios de apoyo a la biotecnología. Entre las actividades está el análisis de políticas de biotecnología a través de un estudio básico en elaboración por el Ministerios de Agricultura, la formación de un Foro Nacional de Biotecnología, que podría estar ubicado en la Sociedad Chilena Científica, diseminar la información y campañas de concientización del público sobre el tema.

c.- Subprograma de Gestión Ambiental en el Sector Productivo

Este Subprograma es coordinado por el Ministerio y Subsecretaría de Economía con un financiamiento de US\$ 36 millones. Busca aumentar la competitividad y desempeño de las empresas a través de producción limpia y prevención de problemas ambientales. Incentiva entre otras cosas, la investigación, desarrollo y transferencia de tecnologías limpias.

3.5. La Iniciativa Genoma Chile

La Iniciativa Genoma Chile se enmarca en el Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica 2001-2004, y ha sido puesta en marcha por el Gobierno de Chile, para desarrollar la capacidad científica, el conocimiento y tecnologías basadas en genómica, proteómica y bioinformática, enfocado en áreas de productividad de importancia para el país. El objetivo sería permitir el posicionamiento competitivo de los productos nacionales en el exterior a través de estas tecnologías, e incorporar a Chile masiva y sistemáticamente en el desarrollo mundial en genómica, proteómica y bioinformática en áreas relevantes de la economía nacional. Este Programa, está asociado a tres Subprogramas del Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica: Tecnologías de Información, Biotecnología en las áreas Forestal, Agropecuaria y Acuícola y Tecnologías Limpias (19).

La genómica se refiere al estudio de todos los genes de una especie y de como interactúan entre sí. La ciencia genómica estructural trabaja en el mapeo y secuenciación de genes y es la base de todo el trabajo genómico, y la genómica funcional, identifica las funciones de las secuencias de genes. La genómica es una continuación del trabajo desarrollado en ingeniería genética, pues intenta controlar la expresión de varios genes a la vez. La bioinformática, por otra parte, intenta dar sentido y orden a la información derivada del estudio de miles de genes o secuencias de genes, y sus funciones e interacciones. La ciencia proteómica, por otro lado, se refiere al estudio y análisis de las proteínas (20).

La Iniciativa Genoma Chile es financiada por el BID y dirigida por la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), en conjunto con FIA (Ministerio de Agricultura) y representantes del Ministerio de Economía (CORFO), los que a través de fondos FONDEF, FIA y FDI respectivamente, en conjunto y con aportes equitativos, apoyan los proyectos en esta área. La iniciativa privilegia proyectos con altos niveles de asociatividad entre instituciones y empresas para generar capacidades mas allá de un proyecto específico. Busca la participación de inversión pública y privada y modificaciones en la cultura hacia una aceptación de estas biotecnologías. La Iniciativa Genoma Chile incluye los Programas de Recursos Naturales Renovables y Biominería. Ambos programas involucran el desarrollo de organismos transgénicos.

El Programa de Recursos Naturales Renovables tiene un financiamiento de alrededor de 3 millones de dólares y su objetivo es mejorar la calidad de productos vegetales a través del estudio del genoma y su intervención (21).

La Iniciativa ha tenido dos convocatorias de proyectos. En Septiembre 2001 llamó a un concurso público en el tema “ Calidad vegetal de productos de alto impacto económico para Chile en las áreas de postcosecha y sanidad vegetal”. No se aprobaron proyectos y

se decidió llamar a una nueva convocatoria en Marzo 2002 (19) (I.Montalva com. pers.). En Julio 2002, adjudicó recursos por alrededor de 3.6 millones de dólares, para 3 proyectos de genómica funcional dirigidos a incorporar mejoras genéticas en productos de exportación, como uvas y nectarines. Los estudios se refieren a optimizar la calidad de las plantas de vid Cabernet Sauvignon para mejorar la calidad del vino, producción de uvas con mayor resistencia al desgrane y mejores tamaños de grano y producción de duraznos y damascos mas firmes y menos harinosos. Esto podría llevar a la producción de uvas y carozos transgénicos. Los 3 proyectos adjudicados, constituirían la primera Red Genómica Vegetal para fomentar un trabajo conjunto entre los organismos que participan en cada proyecto (Anexo 2)(22).

El Programa de Biominería, tiene el propósito es mejorar los procesos de biolixiviación bacteriana de minerales, especialmente de cobre, a través del secuenciamiento e intervención del genoma de microorganismos útiles, el desarrollo de nuevas tecnologías con soporte genómico y bioinformático aplicables a la biominería, y la formación de profesionales, infraestructura y capacidad tecnológica nacional en biotecnología para este sector. También busca incentivar la participación conjunta de las empresas mineras y tecnológicas para acelerar el desarrollo de las innovaciones en este campo. El Programa pretende acelerar la incorporación de Chile a la corriente genómica mundial a través del desarrollo y comercialización de conocimientos y tecnologías y servir de referente para otras iniciativas (23).

El Programa de Biominería se gestó en Julio 2001, y es manejado por la Corporación Nacional del Cobre de Chile, CODELCO, a través de un convenio entre CODELCO, CORFO y CONYCI. El gobierno ha decidido convocar la constitución de un consorcio entre CODELCO y Nippon Mining y Metals Co. Ltd. con sede en Japón, para establecer una corporación de investigación en biominería e incorporar los últimos avances en genómica, proteómica y bioinformática. Este consorcio denominado BioSigma S.A. fue conformado en Julio 2002 y su financiamiento es de 5 millones de dólares, de los cuales dos millones los aporta los fondos de CORFO y CONICYT y 3 millones la sociedad de inversiones. El programa esta dirigido a optimizar los procesos actuales de biolixiviación bacteriana, que incluye secuenciar el genoma de una bacteria o un consorcio de ellas, para modificarla genéticamente con fines de biolixiviación bacteriana del cobre. La biolixiviación de cobre es una tecnología de procesamiento relacionada con la extracción y recuperación de un metal desde sus minerales sulfurados por la asistencia de bacterias (40). El programa busca la producción de derechos de propiedad intelectual de tecnologías y procesos biológicos aplicables comercialmente (21)(23).

Biosigma realizó en Julio 2002, su primer llamado a concurso para financiar iniciativas en este tema y en Diciembre 2002, anunció la selección de 4 propuestas por un total de 1 millón de dólares para investigación en proteómica, genómica y bioinformática para la

minería. Los proyectos serán desarrollados por la Universidad de Antofagasta, la Universidad Católica del Norte, la Universidad de Chile y un consorcio de universidades de Japón liderado por investigadores japoneses (23).

3.6 Comisión Nacional para el Desarrollo de la Biotecnología

El 22 de Julio 2002, comenzó a sesionar la Comisión Nacional para el Desarrollo de la Biotecnología, presidida por el Subsecretario de Economía. Esta comisión tiene por objetivo mostrar una visión prospectiva sobre las tendencias e impactos del desarrollo de la biotecnología en Chile, y elaborar una propuesta con lineamientos estratégicos y acciones concretas que potencien y regulen la producción, difusión y utilización de estas nuevas biotecnologías en el país (24).

La Comisión contó con la participación de científicos especializados en el área biotecnológica, empresarios de compañías biotecnológicas, parlamentarios, sacerdotes y funcionarios públicos. Quedaron excluidos importantes estamentos de la sociedad civil, como agricultores orgánicos, consumidores y organizaciones ambientales.

La Comisión contó con 4 subcomisiones: Formación de Capacidades Nacionales para incorporar a Chile a la economía del conocimiento, Desarrollo Empresarial y apertura de nuevas oportunidades económicas, Marco Regulatorio, Desarrollo Participativo y Etico de la biotecnología en nuestro país. Esta finalizó su labor en junio del 2003, con un informe al Presidente de la República. La participación ciudadana solo contempló una audiencia pública, donde grupos de la sociedad civil presentaron sus posturas en forma oral y por escrito (24).

Entre las recomendaciones mas importantes de esta comisión, esta el fortalecer el desarrollo biotecnológico nacional, fomentar la producción nacional de organismos modificados genéticamente, especialmente hortalizas y frutales y modificar el marco regulatorio para tales efectos (24).

3.7 Comité Nacional de Biotecnología, CONICYT

La Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, CONICYT, ha tenido un papel importante en coordinar las actividades en biotecnología en el sector académico, a través del Comité Nacional de Biotecnología. Este comité fomenta y coordina las actividades académicas en el área de la biotecnología, actúa como nexo entre Chile y organizaciones internacionales como el Centro Internacional para la Ingeniería Genética y la Biotecnología, selecciona proyectos para este organismo, candidatos para cursos de capacitación internacional y visitas de profesores extranjeros. También organiza cada 3

años el Encuentro Nacional de Biotecnología (12). Este comité creó el Subcomité de Bioseguridad en 1992, que generó un Manual de Normas de Bioseguridad, que dicta medidas de bioseguridad para los laboratorios y la liberación intencional de transgénicos.

Su aplicación es voluntaria (24).

4. CENTROS DE INVESTIGACION BIOTECNOLOGICA

4.1 Centros Regionales de Investigación Científica y Tecnológica, CONICYT

Una de las primeras prioridades de CONICYT es el fomento de la biotecnología. Por esto, creó en el año 2000, el Programa de Desarrollo Regional de Ciencia y Tecnología, cuyo objetivo es lanzar un Programa Nacional concursable, que permita en conjunto con los Gobiernos Regionales, Universidades y Empresarios, la creación de Unidades de Desarrollo Científico y Tecnológico a lo largo del país. Los proyectos tendrán un monto mínimo de mil millones de pesos, por cinco años de ejecución, de los cuales un 50% como máximo los aportará CONICYT. Los gobiernos regionales que patrocinen estos proyectos serán la institución contractualmente responsable de entregar los recursos de cofinanciamiento, ya sea con fondos propios o de terceros, debiendo financiar a lo menos el 50% del monto del proyecto (25).

Como resultado de esta iniciativa, se conformarán los tres primeros Centros Regionales de Investigación Científica y Tecnológica en Chile, en las regiones de Tarapacá, Maule y Magallanes. Los dos primeros abarcan investigación biotecnológica y se describen a continuación (25).

a. Tarapacá: Centro de Investigaciones del Hombre en el Desierto: Integrando Pasado y Presente

Este centro tendrá su sede en la Primera Región y congregará esfuerzos del Gobierno Regional y de las Universidades de Tarapacá y Arturo Prat. Sus objetivos serán fomentar la transferencia e investigación científica y tecnológica en las áreas de antropología, biología y agricultura para diversificar la base productiva regional mediante formas de economía sustentable, entre otras.

b. Maule: Centro de Investigación en Biotecnología Silvoagropecuaria (CIBS)

Este centro abarca las regiones del Libertador Bernardo O Higgins y del Maule. Participan la Universidad de Talca, la Universidad Católica del Maule, INIA y los Gobiernos de las Regiones Sexta y Séptima. El centro se dedicará al mejoramiento genético de especies de rápido crecimiento particularmente álamos, a la creación de álamos transgénicos, y a la prospección de especies arbóreas y arbustivas para establecer su valor agroforestal e incorporación como especies cultivables.

4.2 Centro Regional de Biotecnología, Región del Bío Bío

El Gobierno Regional del Bío Bío, estableció un convenio con la Universidad de Concepción, para la construcción y operación del Centro Regional de Biotecnología. Este proyecto se enmarca dentro del Programa Regional de Biotecnología como herramienta

para el desarrollo productivo y competitividad de la región. Se espera trabajar en áreas de cultivo in vitro, genética genómica e ingeniería genética. El gobierno regional aportará \$1.200 millones y la Universidad \$2.000 millones. El programa espera incorporar otras universidades de la zona como la Universidad del Bío Bío, la Universidad Católica y la Universidad Santa María (26).

Se encuentra además en ejecución en la Universidad de Concepción, un programa a cinco años plazo para la capacitación de recursos humanos en biotecnología para la Octava Región. El proyecto cuenta con financiamiento del Fondo Nacional de Desarrollo Regional y de CONICYT, por un total de \$2.000 millones (26).

Además, la Universidad de Concepción planea instalar el Bioparque Tecnológico Llico, en un sitio de 2.300 Ha. en Llico, Provincia de Arauco. 300 Ha. cobijarán los servicios, infraestructura, laboratorios y unidades de investigación y desarrollo y se asignarán unos 20 a 30 lotes para la instalación de empresas. Tendrá 6 sectores de especialización en Desarrollo Forestal, Acuícola y Biotecnológico, Agropecuario, Industrias de Alimentos, Medicina y Genética y Ambiental (26).

4.3 Centro de Bioinformática, Genómica Funcional y Química Teórica, Universidad de Santiago

La Universidad de Santiago de Chile se encuentra en proceso de construcción de un Centro de Bioinformática Genómica Funcional y Química Teórica, dependiente de la Facultad de Química y Biología. El centro albergará 4 áreas: Bioinformática, Biomedicina, Biotecnología de Microorganismos y Biotecnología Vegetal. El proyecto es financiado por la propia Universidad de Santiago con apoyo de FONDEF y fundaciones extranjeras (27). La Universidad de Santiago, actualmente efectúa investigación en genómica de la bacteria *Acidithiobacillus ferrooxidans*, para identificar los genes y sus funciones, con el fin de reconstruir su metabolismo. La idea es aplicar ingeniería genética en esta bacteria para mejorar su capacidad de biolixiviación de cobre (27).

4.4 Centro de Genómica y Bioinformática, Pontificia Universidad Católica de Chile

La Pontificia Universidad Católica de Chile junto a la Fundación Ciencia para la Vida y la Fundación Chilena para la Biología Celular, crearon el Centro de Genómica y Bioinformática, el segundo de su tipo en Sudamérica. En esta nueva iniciativa de carácter privado, participan tres facultades de la Universidad Católica, la Facultad de Ciencias Biológicas, de Medicina e Ingeniería, además del Instituto Milenio para Biología Fundamental y Aplicada. El centro se constituyó como tal en Agosto del 2001, y sus

objetivos son convertirse en un núcleo de servicios de ayuda al trabajo científico en las áreas de la genética genómica, proteómica y metabolómica, con los elementos bioinformáticos necesarios para determinar secuencias genéticas de un organismo. Este centro fue inaugurado en Marzo del 2002 (20).

4.5 Centro de Estudios Científicos, Valdivia

El Centro de Estudios Científicos fue establecido en el año 2000 en Valdivia, y concentra a 30 miembros de la comunidad científica nacional. Es un Instituto Científico Milenio creado con apoyo de CORFO con fondos del Banco Mundial y su director es Claudio Teitelboim. Sus objetivos son realizar investigación científica de primer nivel, siendo sus áreas de investigación son la física teórica, la biofísica y la fisiología molecular.

Este centro recibió en Noviembre del 2002, una donación de Fundación Andes, de 6 millones de dólares, que corresponde a la mayor donación privada en la historia de las ciencias en Chile. El aporte permitirá entre otras cosas, el establecimiento de una facilidad transgénica de primera categoría (laboratorio avanzado de animales genéticamente modificados) (28).

5. ACUERDOS INTERNACIONALES DE COOPERACION TECNOLOGICA

5.1 Memorándum de Cooperación en Biotecnología Agrícola, Chile-Canadá

El Ministerio de Agricultura de Chile y la Provincia de Saskatchewan de Canadá, firmaron un Memorándum de Cooperación en Biotecnología Agrícola en Mayo de 1999. En este acuerdo se definen siete áreas de interés para la cooperación. Entre ellas se encuentra la genética molecular y los productos transgénicos (29).

5.2 Declaración de Intenciones en Biotecnología, Chile-EE.UU.

El Ministerio de Agricultura de Chile y el Departamento de Agricultura de EE.UU., firmaron en Octubre de 1998, una Declaración de Intenciones en Biotecnología, donde se establece que ambos países acuerdan continuar el desarrollo de esta tecnología y mantener una política científicamente sustentada para el uso de productos biotecnológicos en la agricultura. Afirman su compromiso de construir sobre la base de una cooperación mutua, un entendimiento mas amplio en biotecnología. Se comprometen a desarrollar un plan de trabajo para el cumplimiento de lo expresado en la declaración (30).

5.3 Acuerdo Biotecnológico con la Unión Europea

El 13 de Diciembre del año 2001, el Presidente de Chile y el Director General de Relaciones Exteriores de la Comisión Europea, firmaron un acuerdo de Cooperación Científico y Tecnológico. Este acuerdo se inserta en el 6° Programa Marco en Ciencia y Tecnología (2002 a 2006) aprobado por el Parlamento Europeo. Las áreas que incorpora son la genómica y la biotecnología aplicada a la salud, la seguridad alimentaria, los riesgos para la salud, la nanotecnología y el desarrollo sostenible (31).

5.4 Consejo Consultivo en Biotecnología para América Latina y el Caribe de ONUDI

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, ONUDI, ha creado un Consejo Consultivo en Biotecnología para América Latina y el Caribe. Sus objetivos son asistir a los países de la Región en el desarrollo de políticas y estrategias para aprovechar en pleno las oportunidades que ofrece los rápidos avances de la biotecnología, asegurando las condiciones de bioseguridad y el acceso a los mercados. El grupo consultivo incluye a prominentes especialistas en ciencias biológicas y sociales, empresarios y funcionarios de Gobierno. Además participan como miembros observadores representantes de organismos internacionales como FAO, IICA, CIMMYT, CGIAR, CIP. El consejo proveerá de asesorías a los gobiernos e instituciones de los países de la región, y trabajará en el desarrollo de estrategias nacionales para que cada país pueda aprovechar al máximo las riquezas en recursos naturales. La asesoría tomara además en considera-

ción aspectos éticos, sociales y ambientales. La ONUDI apoyará al Grupo Consultivo con un secretariado incluyendo los servicios de la oficina Regional en Montevideo, Uruguay. Se espera que el grupo sea autosustentable financieramente en el mediano plazo y reciba apoyo de diversas fuentes. Los miembros chilenos de este consejo son un representante de Fundación Chile y de la Universidad Técnica Federico Santa María (32).

5.5 Proyecto de Cooperación Tecnológica Chile- Brasil

El día 20 de Marzo, 2002, se firmó en Chile el Memorándum de Entendimiento entre la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) y el Ministerio de Ciencia y Tecnología de Brasil, sobre cooperación científica en áreas prioritarias. Este se circunscribe al Acuerdo Básico de Cooperación Científica, Técnica y Tecnológica, suscrito en 1990, entre ambos países y a la Declaración Conjunta sobre cooperación en las áreas de ciencia y tecnología firmado por ambos presidentes en Brasilia el año 2000.

Este acuerdo establece un Programa de Trabajo con proyectos bilaterales orientados especialmente, en su fase inicial, hacia “Áreas prioritarias de Cooperación”, entre las que se encuentran: Agroindustria, biotecnología, desarrollo tecnológico, genoma y uso sostenible de la biodiversidad (33).

5.6 Programa Biotecnológico por Compra de Armamento

En Noviembre del 2000, fue creado el Comité Nacional de Programas Industriales Complementarios. Este comité encabezado por CORFO, se encargó de negociar las compensaciones industriales vinculadas a la compra por parte de Chile de aviones militares F-16, por la suma de US\$ 660 millones. Estas compensaciones, denominadas “Offset”, son comunes a nivel mundial, y se definen como todo el rango de beneficios industriales y comerciales que recibe un gobierno por parte de las empresas vendedoras, como incentivo o condición por la compra de bienes y servicios militares. Entre las compensaciones calificadas por este comité, se encuentran proyectos de desarrollo en áreas estratégicas, entre ellas la biotecnología (34).

5.7 Convenio Francia-Chile de Agua y Biotecnología

En el marco de una misión realizada en Octubre del 2001, se firmó un Convenio entre cuatro Universidades de Valparaíso y Agrópolis de Francia, para desarrollar una cooperación en los temas de derechos de aguas y biotecnología. Esta incluye el intercambio de estudiantes a los laboratorios que participan en esta cooperación científica (35).

6. REDES/ORGANIZACIONES DE FOMENTO A LA BIOTECNOLOGIA

6.1 RedBio

La Red de Cooperación Técnica en Biotecnología Vegetal en América Latina y el Caribe (Redbio/FAO) opera desde 1991 con el apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Redbio es un mecanismo horizontal de cooperación creado bajo el auspicio de la FAO, el 23 Noviembre de 1990. Con el propósito de hacer más efectivo el trabajo de la red, se constituyó la Fundación Redbio Internacional en el año 1999. Esta es una organización no gubernamental internacional sin fines de lucro, para promover las actividades de capacitación, planeación, organización de redes y eventos y transferencia tecnológica entre los miembros de la red. La fundación tiene su sede en Montevideo con filiales en Argentina y Chile (36).

Entre las tecnologías que promueve esta red, se encuentra la micropropagación, los bio-reactores, la biología molecular, la conservación in vitro de recursos genéticos, los bioplaguicidas, los marcadores para mejoramiento genético, la ingeniería genética, las plantas transgénicas, la bioseguridad, los impactos socioeconómico y la percepción pública. Durante una década, la red ha actuado como foro técnico y de comunicación para favorecer la generación e intercambio de resultados de investigación y de material biológico entre los laboratorios miembros (36).

Redbio cuenta con 542 laboratorios miembros en 32 países de América Latina y El Caribe englobando una masa crítica de investigadores y expertos en biotecnología agrícola superior a los 2.300 expertos. Incluye además a miembros de laboratorios asociados de EE.UU., de países europeos y de Japón. RedBio en Chile reúne a 51 laboratorios, que agrupan alrededor de 100 investigadores y técnicos dedicados a la biotecnología vegetal tanto del sector público como privado (36).

La Fundación para la Innovación Agraria FIA y la Fundación RedBio Internacional firmaron en el año 2001, un acuerdo en virtud del cual FIA se constituye en representante de RedBio en Chile, encargada de cumplir con los objetivos de RedBio Internacional y de representar y apoyar las actividades de formación, capacitación, investigación y desarrollo de los miembros de la red. El nuevo directorio lo constituyen 6 personas, dos representantes de universidades, uno de la empresa de semillas Pioneer Chile Ltda., un representante de FAO, un representante de RedBio Internacional y la directora ejecutiva de FIA (36).

6.2 Simbiosis

Simbiosis es una red de información en biotecnología administrada por el Programa Multinacional de Biotecnología y Tecnología de Alimentos para América Latina y el

Caribe de la Organización de los Estados Americanos (OEA). Tiene bases permanentes en 15 países de América Latina y el Caribe. Sus objetivos son facilitar el monitoreo, análisis e intercambio de información, transferencia de conocimientos y desarrollo tecnológico en biotecnología y tecnología de los alimentos en América Latina y el Caribe. Simbiosis posee información sobre los países miembros con bases de datos de investigadores, instituciones, empresas, proyectos en biotecnología, marcos normativos de patentes, internación de productos transgénicos, aspectos de salud y medio ambiente, publicaciones, educación y conexiones. Su página web es www.simbiosis.cl

La filial de Simbiosis en Chile, se promociona como un organismo para identificar las capacidades biotecnológicas de las naciones miembros, impulsar el desarrollo de la biotecnología, constituir una fuente de información para la creación y fortalecimiento de políticas públicas en la materia y difundir las capacidades empresariales con el fin de acrecentar la transferencia biotecnológica. La persona de contacto en Chile era Carlos Irrázabal (37).

6.3 CamBioTec

CamBioTec es una iniciativa entre Canadá y Latinoamérica en Biotecnología para el Desarrollo Sustentable, que inició sus actividades en 1995. Opera como una red internacional dedicada a la promoción de la biotecnología, mediante la difusión de aplicaciones y productos en las áreas de agricultura y medio ambiente. Promueve la innovación tecnológica en empresas, las asociaciones entre Canadá y Latinoamérica, políticas públicas en biotecnología, la investigación de los impactos ambientales, sociales y económicos (37).

CamBioTec tiene como sede el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (IDRC) de Canadá, institución pública dedicada a apoyar la investigación y el desarrollo internacional. La red funciona con puntos focales en Canadá, Argentina, Chile, Colombia, Cuba y México. El punto focal en Chile es CONICYT. Las personas de contacto son Lionel Gil y Carlos Irrázabal.

Esta red latinoamericana de biotecnología ha desarrollado seminarios sobre las oportunidades que ofrece la biotecnología con la participación de expertos canadienses, y ha publicado el libro “Biotecnología en Chile, Oportunidades de Innovación Tecnológica”. También ha realizado encuestas orientadas a conocer la percepción pública de la biotecnología en Argentina, Chile, Colombia y México y ha promovido la capacitación de funcionarios públicos en Canadá (12)(37).

6.4 Relab

En 1975 nace la Red Latinoamericana de Ciencias Biológicas, Relab, a la que pertenece Chile, siendo un importante foro de discusión y encuentro para la comunidad biológica de América Latina . Esta red dio origen al Programa Regional de Biotecnología UNDP/UNESCO/UNIDO en 1982, a la Red Latinoamericana de Botánica y al Programa Latinoamericano Genoma Humano en 1988. Sus objetivos son acelerar el desarrollo científico y tecnológico de los países participantes, promover la investigación científica y estimular la cooperación científica y tecnológica. Hay 15 países miembros y asociaciones biológicas. Relab obtuvo existencia legal en Chile a través de la creación de la Corporación Relab en 1994 (38).

7. INVESTIGACION BIOTECNOLOGICA EN CHILE

La investigación biotecnológica en Chile, se encuentra menos desarrollada en comparación con Argentina y Brasil (12). La situación de la biotecnología agropecuaria y forestal en Chile, ha sido descrita en un estudio realizado por FAO en 1995 y actualizado por INIA (39). El Ministerio de Agricultura también evaluó en 1997, la situación de la biotecnología agrícola del país con miras a incentivar el desarrollo de la biotecnología nacional, para lo cual elaboró el Programa Nacional para el Desarrollo de la Biotecnología Agropecuaria y Forestal en Chile (12)(14). Otros estudios más recientes son el de Gil e Irrarázabal (12) y el de la Comisión Nacional de Biotecnología (24).

La investigación en biotecnológica en Chile se realiza principalmente en Universidades e Institutos. Las universidades con mayor desarrollo en esta área son la Universidad de Chile, la Pontificia Universidad Católica de Chile, la Universidad de Talca, la Universidad de Concepción, la Universidad de Austral de Valdivia, la Universidad de Católica de Valparaíso. Las áreas principales de investigación en biotecnología, se concentran en agricultura y silvicultura, minería, salud animal y humana, ingeniería de bioprocesos y acuicultura. Los institutos más importantes de investigación son el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, en biotecnología agrícola y el Instituto de Fomento Pesquero, en acuicultura y biotecnología marina como cultivo de peces, moluscos y algas, diagnósticos, suplementos nutritivos y hormonas (12).

En el campo de la agricultura y la silvicultura, la investigación se centra en cultivo de tejidos, biología molecular, celular y bioquímica, fermentación, biotecnología de microorganismos, transgenia y biotecnología animal (13). La actividad biotecnológica en el sector minero se desarrolla desde los años 80, enfocada en biolixiviación bacteriana de cobre (40).

El desarrollo de la transgénesis en nuestro país, se centra en plantas transgénicas para obtener un producto comerciable mejorado genéticamente, especialmente cultivos, frutales y pinos resistentes a bacterias, virus y enfermedades fungosas. Por otra parte, se genera una gran cantidad de bacterias y levaduras transgénicas con fines de investigación en confinamiento y al menos 300 laboratorios producen en forma sistemática estos transgénicos (41). También hay generación de bacterias transgénicas para fines mineros de biolixiviación de cobre (40)(12) y creación de ratones transgénicos para fines de salud dental (42). En Chile además se multiplican semillas transgénicas para exportación, especialmente maíz y soya (1).

Un reciente estudio, señala que en el país existen alrededor de 42 laboratorios en los que se desarrolla biotecnología agrícola, de los cuales un 60% se encuentran en Santiago. El

80 % de estos laboratorios forman parte de las distintas universidades muchas de ellas ligadas al sector agrícola. Existen 4 o 5 laboratorios que tendrían capacidad instalada de desarrollar plantas y animales transgénicos, los principales son el INIA, la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile (41).

Por otra parte, el número de investigadores dedicados a biotecnología agrícola son escasos, y alcanzan alrededor de 80 personas, de los cuales solo algunos tienen niveles de doctorado o maestría y solo la mitad le dedica tiempo completo. Esto equivale a alrededor de 60 científicos de tiempo completo (13)(14)(41).

Un número importante de investigadores se dedica al área de cultivo de tejidos, en tanto que la transgenia es un área de trabajo de menor importancia. El estudio del Ministerio de Agricultura, señala que de 60 investigadores en biotecnología, habrían 4 dedicados a desarrollar organismos transgénicos en Chile. Actualmente gran cantidad de laboratorios se dedican al estudio de marcadores moleculares (13)(14)(41).

En cuanto a detección e identificación de transgénicos, existen varios laboratorios con técnicas implementadas de biología molecular, entre ellos el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), INIA y el Instituto Nacional de Tecnología de los Alimentos (INTA). El laboratorio del INTA, es el único que posee la técnica del PCR (Polymerase Chain Reaction) para análisis cuantitativo de transgénicos. Esto significa que Chile tendría cierta capacidad de monitoreo de transgénicos, pero sería insuficiente si se aplicara rotulación, en que se requiere un análisis cuantitativo del contenido de transgénicos en un alimento (41).

La investigación en biotecnología en Chile, se financia mayormente a través de varios fondos que provienen del Estado, listados en el Anexo 1. Los proyectos de distintas disciplinas postulan a estos fondos en concurso abierto con un plazo máximo de tres años. Existen pocas o nulas fuentes de financiamiento para proyectos de largo plazo (13). Este factor, señalan los investigadores, se convierte en una limitante para el desarrollo de la biotecnología, en áreas como la producción de nuevas variedades en especies frutícolas y forestales (13).

Los investigadores señalan además, que la naturaleza de los proyectos financiados enmarcados en el área de la biotecnología, tanto en la temática que abordan, como en los recursos solicitados, son totalmente disímiles, lo que refleja una ausencia de una línea de acción clara por parte de las agencias que financian proyectos. Además existe una falta de coordinación entre los organismos que aportan financiamiento y los centros de investigación y entre el sector académico y el productivo (14).

Hay muy bajo cofinanciamiento por parte del sector productivo, que no se interesa por cofinanciar proyectos en esta materia como sucede en otros países donde la inversión en la investigación y desarrollo de productos biotecnológicos es liderada por las empresas y compañías privadas (14). Una excepción es la Asociación de Exportadores que recientemente ha cofinanciado un proyecto de biotecnología para la producción de carozos y uvas transgénicas, de modo de controlar su proceso de maduración (22).

Entre 1992 y 1999, ha habido en Chile un fuerte incremento de la infraestructura tecnológica nacional, con una inversión significativa de recursos en renovación y creación de centros de investigación, desarrollo y transferencia tecnológica, tanto en el sector público como en el privado (16).

El número de empresas biotecnológicas en Chile es relativamente pequeño en comparación con Brasil y Argentina. Estas son de creación reciente y están débilmente desarrolladas (12). Con la promoción de proyectos en biotecnología en los últimos 10 años, se crearon alrededor de 30 compañías biotecnológicas, la mayoría pequeñas y con nexos con universidades. Estas actualmente no sobrepasan las 21 empresas y se desenvuelven en los sectores de diagnóstico médico y veterinario, producción de enzimas y productos químicos finos. Sus ventas se han mantenido en 7 millones de dólares anuales entre 1999 y 2001 (12).

Muchas de las compañías semilleras que multiplican semillas transgénicas, son subsidiarias de empresas transnacionales, las cuales desarrollan la investigación biotecnológica en el extranjero y solo comercializan sus productos en Chile. Nuestro país es utilizado como centro de evaluación y multiplicación de semillas (12)(13)(39).

Cabe finalmente mencionar la Revista Bioplanet: Biotecnología para sus Negocios, que surge en 1999, como un importante órgano de difusión de la actividad biotecnológica nacional y que posee además un sitio web: www.bioplanet.net.

La Academia Chilena de Ciencias se ha pronunciado sobre la transgenia en una reciente declaración. En ella recomienda que el análisis de las potencialidades y posibles riesgos de los cultivos transgénicos se haga con argumentos basados en evidencias científicas, libre de mitos y emociones. Señala que la comunidad científica está llamada a jugar el ineludible rol de ilustrar a los diversos sectores de la sociedad acerca de los avances de la biotecnología en la producción de alimentos, así como de los desafíos e interrogantes que su utilización plantea (58).

A continuación se entrega un listado de los principales Centros de Investigación en Biotecnología en Chile y los proyectos que desarrollan.

8. INSTITUCIONES DE INVESTIGACION BIOTECNOLOGICA EN CHILE

SECTOR PUBLICO

8.1 Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias, que depende del Ministerio de Agricultura, es el organismo mas importante de desarrollo de transgenia en Chile (Anexo 2, Tabla 3). Inició su programa de biotecnología en el año 1984 y en la década del 90 incursionó directamente en transgenia en sus laboratorios de biotecnología de La Platina en Santiago, de Quilmapu en Chillán, de Remehue en Osorno y de Carillanca en Temuco. Los laboratorios fueron habilitados con fondos nacionales e internacionales provenientes de la cooperación japonesa (43).

La investigación en transgenia en el INIA se encuentra centrada en diversos cultivos. Entre ellos un melón transgénico resistente al virus del mosaico de la sandia, manzanos resistentes a enfermedades fungosas, papas transgénicas de la variedad Desiree resistentes a la bacteria *Erwinia carotovora* que provoca la pudrición blanca y pie negro, variedades de papa transgénica resistentes a bacterias patógenas, que se están evaluando en el campo en INIA en Osorno y Santiago, papas transgénicas resistentes a nemátodo dorado y virus, papas transgénicas resistentes a virus e insectos en etapa de evaluación. Esta ultima investigación consiste en seleccionar plantas de papa genéticamente resistentes a plagas mediante la incorporación de genes encontrados en especies silvestres que poseen sistemas inmunológicos naturales en sus hojas (45).

También INIA trabaja en el desarrollo de Prunus transgénicos resistentes a virus, en la identificación y caracterización de promotores de genes de vid para su potencial utilización en mejoramiento genético mediante transgenia y en el desarrollo de vides transgénicas resistentes a enfermedades fungosas. También se esta trabajando en transformar variedades de uva de mesa de alto consumo en el mercado extranjero como Sultanina, Flame Seedless y Red Globe (45).

INIA en la actualidad desarrolla un sistema de trazabilidad molecular y de evaluación sobre la biodiversidad local de plantas modificadas genéticamente a través de transgenia, en 7 regiones V, VI, VII, VIII, IX, X, y RM y trabaja en modificación genética de trigo a través de incorporación de genes de lupino para movilizar el fósforo inorgánico retenido en los suelos del Centro Sur y Sur de Chile (39)(44)(45).

8.2 CODELCO-BioSigma S.A.

CODELCO, en conjunto con la empresa japonesa Nippon Mining, ha formado el consorcio Bio Sigma S.A. para desarrollar proyectos de biominería. Su objetivo es mejorar los procesos de biolixiviación de minerales de cobre, a través del secuenciamiento e intervención del genoma de microorganismos útiles, desarrollo de nuevas tecnologías con soporte genómico y bioinformático aplicables a la minería y la formación de profesionales, infraestructura y capacidad tecnológica nacional en biotecnología minera. Este programa tendría un financiamiento de 5 millones de dólares para tres años y se enmarca en el Programa Genoma de Recursos Naturales Renovables de la Iniciativa Genoma Chile (Anexo 2)(23).

UNIVERSIDADES

8.3 Pontificia Universidad Católica de Chile

La Universidad Católica de Chile, es uno de los principales centros académicos dedicados a la investigación en biotecnología y desarrollo de organismos transgénicos en Chile (Tabla 3, Anexo 2). La Facultad de Ciencias Biológicas ha desarrollado, en conjunto con INIA, papas transgénicas variedad Desirée resistentes a la bacteria *Erwinia* con apoyo técnico del Centro Internacional de la Papa.

En el área forestal, el Departamento de Genética Molecular y Microbiología de esta universidad, dio origen a los primeros embriones de pino (*Pinus radiata*) transgénico mediante *Agrobacterium tumefaciens*, siendo los segundos en el mundo después de Nueva Zelanda. El departamento desarrolla pino resistente a la polilla del brote, pino resistente a herbicida y con menos contenido de lignina. También están comenzando a trabajar en alerce y ciprés para lograr sistemas eficientes de regeneración para garantizar la preservación de estas especies (Anexo 2)(39)(41)(46).

Por otra parte, la Facultad de Agronomía de esta universidad, ha trabajado en estudios de evaluación de cultivos de soya transgénica, su potencial productivo y agroindustrial y en obtención de plantas transgénicas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) mediante ingeniería genética con *Agrobacterium tumefaciens* (Anexo 2)(39)(41).

Recientemente se ha adjudicado un proyecto para estudiar la expresión genética en vides Cabernet Sauvignon y su respuesta a la infección viral (Anexo 2). El objetivo es aportar al conocimiento de la interacción planta virus e identificar genes para mejorar la calidad de las plantas y del vino (Anexo 2)(22).

8.4 Universidad de Chile

La Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, en conjunto con el Núcleo Milenio en Biología del Desarrollo, ha creado tres ratones modificados genéticamente para el estudio de la formación de piezas dentales. El principal componente del esmalte dental es la amelogenina y el gen que codifica esta proteína en roedores es idéntico al humano. Los ratones modificados tienen el gen de la amelogenina inactivado, lo que permitiría, según los investigadores, estudios sobre el funcionamiento, control y expresión del gen, si es que es el único que controla este carácter. Las potenciales aplicaciones estarían en el rango del desarrollo de biomateriales con las proteínas originales del esmalte dental con fines de tratamiento de problemas dentales, terapia génica y el desarrollo de una tercera dentición (Anexo 2)(42).

La Universidad de Chile recientemente se ha adjudicado un proyecto para el estudio del genoma en duraznos y damascos, cuyos objetivos son dilucidar los genes involucrados en procesos de maduración, lo que permitiría hacer intervención genética y desarrollar nectarines transgénicos mas firmes y menos harinosos (Anexo 2)(22).

La Universidad de Chile también ha creado el Centro de Excelencia Académica en Ingeniería Bioquímica y Biotecnología, entre cuyos objetivos está el desarrollo de la transgenia (12).

8.5 Universidad de Talca

La Universidad de Talca se encuentra desarrollando investigación biotecnológica que involucra transgénesis desde 1989. Los proyectos consisten en mejoramiento de especies de tomate nativo (*Lycopersicon esculentum*, *L.chilense*) utilizando ingeniería genética, la transformación genética del maíz y la azúcar de caña para obtener variedades resistentes al ataque de insectos, plantas transgénicas resistentes a insectos que expresen el gen del *Bacillus thuringiensis*, la generación de un banco de genes de tolerancia a estrés abiótico obtenidos de plantas nativas utilizables en programas de mejoramiento genético vía transgenia y mejoramiento genético de especies de *Rhodophiala* chilena (Anexo 2)(47).

La Universidad de Talca participa junto a la Universidad Católica del Maule, INIA y los Gobiernos de las regiones Sexta y Séptima en programas de mejoramiento genético de especies de rápido crecimiento, particularmente especies del género *Populus* (Anexo 2)(45).

8.6 Universidad Austral de Chile

Esta Universidad participa junto a la Fundación Chile, en el proyecto de pinos transgénicos resistentes a la polilla del brote. La universidad provee las facilidades de sus laboratorios para este proyecto (48).

8.7 Universidad Técnica Federico Santa María

La Universidad Técnica Federico Santa María se encuentra desarrollando un proyecto sobre evaluación de patógenos en plantas transgénicas y recientemente se adjudicó un proyecto del Programa Genoma Chile para el desarrollo de genómica funcional en vides. Su objetivo es identificar genes que permitan intervenir las vides hacia un mejoramiento de su calidad (menor desgrane, mayor tamaño de granos) (Anexo 2)(22).

8.8 Universidad de La Frontera

Esta Universidad, junto a la empresa Vitrogen S .A., se encuentra desarrollando eucaliptus transgénicos tolerantes a heladas y a hongos defoliantes. El proyecto de tolerancia a hongos defoliantes cuenta además con el apoyo de CPF, Corma y la empresa norteamericana Demegen Inc. (45).

8.9 Otras Universidades

Otras universidades que tienen departamentos para el desarrollo de la biotecnología son: la Universidad Tecnológica Vicente Pérez Rosales que imparte Ingeniería de Ejecución Biotecnológica, la Universidad Católica de Valparaíso, Escuela de Ingeniería Bioquímica, la Universidad de Tarapacá, la Universidad Mayor, la Universidad Adventista, la Universidad Santo Tomás (12)(13).

SECTOR PRIVADO

8.10 Fundación Chile, Biogenetic, Genfor

Desde hace tres años Fundación Chile ha venido desarrollando una aproximación a los negocios del área biotecnológica a través de una política de alianzas con instituciones vinculadas al tema y con el sector privado más desarrollado tecnológicamente. Su objetivo es avanzar el desarrollo de la biotecnología en los sectores forestal, agrícola y acuícola con el fin de aprovechar las ventajas comparativas del país para dar mayor valor a las exportaciones y mejorar la calidad.

La Fundación Chile ha llevado adelante una serie de proyectos para masificar el uso de la biotecnología en las empresas forestales y con el apoyo de CORFO, ha establecido un convenio estratégico con la empresa InterLink Biotechnologies LLC., para formar la sociedad estratégica Biogenetic S.A. Su socio estratégico InterLink, es el responsable de toda la actividad biotecnológica de la Fundación. Es una empresa con base en Priceton, New Jersey, que actúa como coordinador internacional para el desarrollo tecnológico en este campo y es propietario

de varias patentes en biotecnología en los EE.UU. El objetivo de Biogenetic S.A. es transferir tecnología y usar el universo de instituciones investigadoras, donde académicos utilizan tecnología que dan como resultado productos que luego sirven para generar negocios. Su área de trabajo es el desarrollo de pino transgénico y su actual Gerente General es Carlos Fernández, que se desempeñaba como gerente de desarrollo de mercados en Monsanto, California.

También la Fundación Chile con el apoyo de CORFO, ha formado otro joint venture con Silvagen de Canadá, Interlink de EE.UU. y la Fundación Genfor, para formar la compañía Genfor S.A. La Compañía Genfor busca la incorporación de biotecnología en el área forestal, a través de servicios tecnológicos como desarrollo y multiplicación clonal, mejoramiento genético silvícola, marcadores genéticos y uso de la ingeniería genética. Una de sus primeras metas es introducir la embriogénesis somática a los empresarios forestales. Para esto se asociaron con la empresa Silvagen, líder en el mundo en la propagación de especies forestales, quien posee la propiedad intelectual de genes de interés específico. Genfor sería la empresa biotecnológica más importante en el ámbito forestal en América Latina y un puente para acceder a la tecnología forestal mundial que pueda ser utilizada por las empresas forestales chilenas.

Genfor estaría además trabajando para establecer las primeras plantaciones de pino transgénico en Chile resistente a la polilla del brote (*Rhyacionia buoliana*). Con este fin, ha establecido acuerdos de investigación con Forest Research Institute de Nueva Zelanda, que contribuye con tecnologías de transformación, con Hertz Research de Nueva Zelanda e INIA Remehue, que participan en el diseño experimental de la plantación, con empresas forestales como Forestal Millalemu que aporta material genético premium para ser transformado, Cefor S.A. y la Universidad Austral de Chile donde opera su laboratorio. El lugar de desarrollo es la X Región.

También existen otros proyectos, como el desarrollo de árboles transgénicos resistentes a enfermedades fungosas (Hongo dothistroma que ataca las hojas), y con menor contenido de lignina. Por último se planifica la modificación de otras características de los árboles como; resistencia al estrés hídrico, esterilización, incremento de biomasa y celulosa, resistencia a heladas y otras pestes (48).

La realización de estos proyectos permitirá alcanzar una plataforma básica para la creación de plantas transgénicas y generar negocios en asesorías de programas de selección genética, micro propagación, venta de material premium micropropagado, servicios de transformación y venta de material transgénico (48).

Fundación Chile también ha creado la empresa Genfrut para la incorporación de biotecnología en el área frutícola y mejorar la calidad de productos hortofrutícolas (49).

Actualmente se encuentra desarrollando junto a otras instituciones, dos proyectos de la Iniciativa Genoma Chile para estudios en genómica de uvas, duraznos y damascos que podrían llevar a la producción de uvas y carozos transgénicos (22).

La Fundación, en el año 2000, estableció un convenio con Cobequid Life Sciences Inc. de Canadá (hoy Novartis Animal Health y dueña de la patente mundial de vacunas ADN) y la Fundación Ciencia para la Vida, para el desarrollo de una vacuna de ADN transgénica contra el Síndrome Rickettsial del Salmón. La idea a largo plazo es desarrollar una industria biotecnológica para producir vacunas para salmones en Chile (50).

8.11 IANSA

La Empresa IANSA se encuentra desarrollando variedades de remolacha transgénica resistente al herbicida Glifosato desde 1997. Ha efectuado pruebas de campo de este producto en Ñuble, Curico y Rapaco en los años 1997, 1998 y 1999 y siembras demostrativas en Talca, Chillan, Los Angeles, Temuco y Rapaco, en la temporada 1998/ 1999. Según esta empresa, los rendimientos de las variedades tolerantes a herbicida fueron superiores a las variedades convencionales y se redujo el costo de control de malezas (51).

8.12 Fundación Ciencia para la Vida

La Fundación Ciencia para la Vida tiene por objetivo estimular la utilización y satisfacer las necesidades de innovación biotecnológica del sector productivo nacional. Para esto, tiene una serie de programas, entre ellos: fomento e información de la biotecnología en la industria nacional, asesoría a la industria nacional en investigación y transferencia de biotecnología, intercambio academia-industria, acercamiento nacional a la comunidad científico tecnológica internacional, asesorías a industrias en propiedad intelectual y regulaciones de calidad. Esta fundación colabora con la Universidad Andrés Bello en un curso de Doctorado en Biotecnología y es miembro del Instituto Milenio de Biología Fundamental y Aplicada. Su presidenta es Bernardita Méndez y su Director y fundador es Pablo Valenzuela (52).

La Fundación Ciencia para la Vida junto con la Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Ciencias Biológicas y el Instituto Milenio de Biología Fundamental y Aplicada (MIFAB), han trabajado en la secuenciación del genoma de la bacteria *Ralstonia eutropha* para utilización en procesos de bioremediación de suelos y de biotecnología ambiental en general (53).

También esta Fundación en conjunto con el Instituto Milenio de Biología Fundamental y Aplicada (MIFAB) y Bios Chile, han secuenciado el genoma de la bacteria *Piscirickettsia salmonis* que es un patógeno para los salmones. Esta investigación permitió el desarrollo

de tests de diagnóstico para patógenos en salmones (50). También desarrolla tests de diagnóstico en humanos para la enfermedad de Chagas. Fundación Ciencia para la Vida se encuentra actualmente desarrollando conjuntamente con la Fundación Chile y Cobequid Life Sciences Inc. una vacuna de ADN transgénica para salmones (54).

8.13 Instituto Milenio de Biología Fundamental y Aplicada (MIFAB)

La Fundación Ciencia para la Vida, en estrecha colaboración con la Pontificia Universidad Católica y la Universidad Andrés Bello, han formado el Instituto Milenio de Biología Fundamental y Aplicada (MIFAB) en el año 2000. Este Instituto tiene como misión mejorar la producción científica nacional, aumentar la calidad y cantidad de recursos humanos y servir de puente entre los investigadores y la industria. Las investigaciones del MIFAB se enmarcan en dos áreas, biomedicina y salud y aplicaciones biotecnológicas (52)(55).

En el área de aplicaciones biotecnológicas, el centro se encuentra desarrollando vacunas transgénicas contra el Síndrome Rickettsial del Salmón (SRS) junto con la Fundación Chile (54) y hongos que degradan lignocelulosa. El MIFAB junto a la Pontificia Universidad Católica de Chile, han trabajado en la secuenciación del genoma de la bacteria *Ralstonia eutropha* para utilización en procesos de bioremediación de suelos y de biotecnología ambiental en general (53) y la secuenciación del genoma de la bacteria *Piscirickettsia salmonis* que es un patógeno para los salmones (50).

El MIFAB destina parte importante de los fondos a becas de postgrado y postdoctorado y tiene financiamiento del Gobierno de Chile y del Banco Mundial. Su director es Pablo Valenzuela. La empresa Bios Chile también sería una filial de este conglomerado biotecnológico (52)(12).

8.14 BIOS Chile Ingeniería Genética S.A.

Bios Chile fue creada en 1986 y desarrolla investigación para generar nuevos productos tecnológicos, centrados en el área de la salud humana y animal. Esta empresa desarrolla antígenos, anticuerpos y otras proteínas de soporte a diagnósticos, como el test de detección de la enfermedad del Chagas. También desarrolla proteínas recombinantes en *E.coli* y levaduras. Bios Chile junto a Fundación Ciencia para la Vida ha colaborado en la secuenciación de una bacteria patógena del salmón. Su propietario es Pablo Valenzuela y su gerente es Arturo Yudelevich (12)(56).

8.15 Bio- Forest S.A.

Bio Forest S.A. es un centro de investigación de desarrollo tecnológico forestal de la empresa Forestal Arauco. Su objetivo es desarrollar y fomentar la aplicación de tecnolo-

gías que maximicen la productividad del recurso forestal y la rentabilidad, manteniendo una armonía con el medio ambiente. Bio Forest se ha especializado en mejoramiento genético convencional y micropropagación de plantas para creación de clones y crianza de insectos controladores de plagas forestales. También esta avanzando en un programa destinado a mejorar la resistencia al frío en *Eucalyptos globulus*. Forestal Arauco invierte alrededor de 4.5 millones de dólares anuales en investigación y desarrollo (12)(57).

8.16 Forestal Mininco

Desarrolla investigación forestal aplicada desde hace más de dos décadas, con una inversión promedio de 600 mil dólares al año en investigación. Esta inversión estaría destinada a mejoramiento genético, viveros, establecimiento de plantaciones y manejo entre otras prioridades. Esperan poder desarrollar en corto tiempo, especies transgénicas resistentes a herbicidas, a plagas y con mayor producción de celulosa y menos lignina (57).

8.17 Otras Empresas

Otras empresas dedicadas al desarrollo biotecnológico en diversos ámbitos son: Bio-Sonda S.A., Algisa S.A., Biopol S.A., Biohidrica Ltda., Diagnotec S.A., Linsan S.A., Probical S.A., SDA; Tecnologic Farm S.A., Natural Response S.A., Valtek S.A., Xilema S.A., Biotec Chile S.A., CPF S.A., Inual/Tepual S.A., Ultrateh S.A. Las empresas biotecnológicas mas grandes son Bios Chile y Tepual (12)(57).

9. PROYECTOS DE INVESTIGACION EN TRANSGENIA Y FUENTES DE FINANCIAMIENTO

El Anexo 2 muestra un resumen de los proyectos de transgenia y genómica desarrollados en Chile desde 1989 al 2002, organismo ejecutor, organismos asociados, fuente de financiamiento, período de ejecución del proyecto y regiones involucradas. La información fue obtenida de diversas fuentes, principalmente los sitios web de FIA, CONICYT, CORFO, INIA, Pontificia Universidad Católica de Chile, el portal de biotecnología del Gobierno www.biotecnologia.gob.cl, CODELCO, Biosigma, entre otros. Cabría señalar que se encontraron ciertas divergencias en la información sobre los proyectos en los sitios web consultados, por lo que se comparó varias fuentes que permitiese una información más fidedigna. En muchos casos, los títulos de los proyectos no permitían conocer si el proyecto involucraba transgenia, por lo que también se debió buscar más detalles. Se incluyó como proyectos de transgenia a aquellos que involucran la creación o utilización de organismos transgénicos, o proyectos de genómica que son precursores del desarrollo de la transgenia.

El Anexo 2 y la Tabla 1 muestran que, a partir de la información disponible, los proyectos de transgenia en Chile comenzaron a desarrollarse desde 1989 en adelante. Desde esta fecha al 2002, se habrían realizado un total de 42 proyectos de este tipo. El interés por realizar estos proyectos aumenta en 1999, con 4 proyectos y se cuadruplica en el 2002 con 16 proyectos financiados. Esta última cifra incluye los proyectos del Programa de Biominería de la Iniciativa Genoma Chile, que fueron asignados a fin del año 2002 con un financiamiento de \$ 710 millones.

El financiamiento de los proyectos ha aumentado significativamente desde 1998 en adelante, alcanzando su máxima cifra en el 2002. Esto es el reflejo del significativo impulso que el gobierno ha dado a esta actividad con el Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica 2001-2004 financiado en parte por el BID y la Iniciativa Genoma Chile (Tabla 1).

Tabla 1
Número de Proyectos de Transgenia en Chile,
Período 1989-2002

Año	Nº Proyectos Transgenia	Monto en Pesos
1989	1	8.250.000
1990	0	-
1991	1	341.000.000
1992	1	27.383.000
1993	3	38.292.000
1994	2	91.642.000
1995	3	251.229.000
1996	1	100.000.000
1997	1	92.192.000
1998	2	467.189.000
1999	4*	578.391.000
2000	3	316.393.000
2001	4	439.523.000
2002	16*	3.909.065.738
TOTAL	42	6.660.549.738

**Un proyecto sin información sobre su financiamiento*

El número de proyectos financiados y los montos asignados para investigación en transgenia en Chile, aparecen en la Tabla 2. La Tabla muestra que los proyectos se han financiado mayormente por medios estatales. El fondo que mas ha aportado ha sido FONDECYT (12 proyectos) seguido del Programa Genoma Chile (7 proyectos). En cuanto al aporte financiero de estos fondos, es interesante notar que el Programa Genoma Chile aportó en un año, el 2002, \$ 3.000.520.000, lo que supera largamente la contribución del resto de los fondos (FDI, FIA, FONDEF, FONDECYT) en todos los años (\$ 3.469.893.738). El fondo FDI CORFO aparece en segundo lugar en cuanto a aportes financieros. También la Fundación Andes, donó al Centro de Estudios Científicos, 6 millones de dólares, de los cuales una cantidad que se desconoce será destinada a una facilidad transgénica.

Los proyectos de transgenia han sido además financiados por organismos internacionales como PNUD, CIP, UNESCO y fundaciones extranjeras como la Fundación McKnight. Su aporte corresponde a alrededor de un 3% (\$189 millones) del financiamiento total.

Además de los fondos antes señalados, los proyectos de transgenia han sido financiados con aportes generalmente del mismo organismo ejecutor, y de los organismos asociados al proyecto. Estos montos no pudieron ser considerados en el análisis pues en muchos casos la información no estuvo disponible. Sin embargo, si se suman los montos totales en los casos en que sí hubo información, el financiamiento para proyectos de transgenia en el período 1989-2002 sube de \$ 6.660.549.738 a \$ 8.758.155.771. Cabe señalar que entre los organismos privados que han aportado a la investigación de la transgenia, se encuentra la Asociación de Exportadores, Asociación de Productores de Papas, Interlink Biotechnologies Inc., Sociedad Forestal Millalemu, Agrícola Brown Ltda., Biogenetics S.A., Servicios Integrales en Biotecnología Ltda. (Bioplanet), Fundación Ciencia para la Vida, Bios-Chile Ingeniería Genética S.A., Fundación Chile (Anexo 2).

Tabla 2
Fuentes de Financiamiento para Transgenia en Chile
Período 1989 – 2002

Fondo	Monto en Pesos	N° Proyectos Financiados
FONDEF	854.000.000	4
FDI-CORFO	1.442.978.000	6
FONDECYT	575.670.000	12
FIA	597.245.738	5
Programa Genoma U. de Chile, DID	3.000.520.000	7
BID	5.926.000	1
PNUD/UNESCO	8.250.000	1
DIUC	1.305.000	1
CIP/PNUD	42.901.000	1
Fundación McKnight	131.754.000	1
Fundación Andes	-	1
-	-	1
Total	6.660.549.738	42

La Tabla 3 ofrece un resumen de las instituciones que son ejecutoras y titulares de proyectos de transgenia en Chile. El INIA es el organismo más activo en este campo con 14 proyectos entre 1989 y 2002, seguido de la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Universidad de Talca. También el INIA es el que ha recibido mayor financiamiento, seguido de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Al resumir la producción chilena de transgénicos de acuerdo a la Tabla 3 y Anexo 2, tenemos que en Chile se estarían produciendo un total de 17 diferentes organismos modificados: 2 bacterias, 11 cultivos, 1 flor, 2 árboles, 1 animal. La creación de estos organismos, sin embargo, no ha ido acompañada de estudios de los impactos al medio ambiente y la salud humana.

Bacterias : *Erwinia*, *Thiobacillus ferrooxidans*

Cultivos : Papas, maíz, tomates, caña de azúcar, vides, melones, manzanos, trigo, duraznos, damascos, *Prunus*.

Flores : *Rodophiala*

Arboles : Pino, Eucalyptus

Animales : Ratones

Es interesante notar que la asociatividad de los organismos que realizan proyectos de transgenia, ha aumentado en el curso del tiempo como se aprecia en el Anexo 2. Estos incluyen organismos privados, productores, una revista de difusión de la biotecnología y otros. Este es el resultado de las exigencias de los fondos concursables que incentivan esta forma de concursar para aumentar la viabilidad de los proyectos y la posibilidad de generar empresas o productos rentables. A consecuencia de ello, muchas instituciones ejecutoras de proyectos de transgenia, también están involucradas en otros proyectos como institución asociada. El Anexo 2 incluye información sobre los organismos ejecutores y los asociados a los proyectos. La Tabla 3 solo incluye a las instituciones que son titulares o ejecutoras de los proyectos.

Tabla 3
Instituciones que son Titulares de Proyectos de Transgenia

Organismo Ejecutor	Monto en Pesos	Número de Proyectos	Tipo de Proyectos
U. de Talca	278.247.436	4	<ul style="list-style-type: none"> * Transformación genética en maíz y caña de azúcar * Plantas Bt * Banco de genes de tolerancia a stress abiótico * Mejoramiento genético de <i>Rhodophiala</i>
U. Católica de Chile	1069.498.000	5	<ul style="list-style-type: none"> * Papas transgénicas * Tomates transgénicos * Evaluación de soya transgénica

Organismo Ejecutor	Monto en Pesos	Número de Proyectos	Tipo de Proyectos
			<ul style="list-style-type: none"> * Estudios en Erwinia transgénica * Genómica de vides
INIA	1563.326.302	14	<ul style="list-style-type: none"> * Papas transgénicas resistentes a insectos, virus, bacterias patógenas, nemátodo dorado * Melones transgénicos resistentes a virus * Manzanos resistentes a hongos * Vides transgénicas resistentes a hongos * Prunus transgénicos resistentes a virus * Evaluación de la transgenia en la biodiversidad * Trigo transgénico
U. de Chile	762.277.000	2	<ul style="list-style-type: none"> * Ratones modificados genéticamente * Genómica en nectarines
Fundación Chile	725.210.000	3	<ul style="list-style-type: none"> * Pinos transgénicos resistentes a polilla del brote * Vacunas de ADN para salmón * Pinos transgénicos resistentes a hongos
U. de Santiago de Chile	190.449.000	4	<ul style="list-style-type: none"> * Estudios de genómica de bacteria Thiobacillus ferrooxidans * Creación de bacterias transgénicas para mejoramiento de procesos de biolixiviación de cobre
U. Técnica Federico Santa María	1030.242.000	2	<ul style="list-style-type: none"> * Plantas transgénicas resistentes a patógenos * Genómica en vides

Organismo Ejecutor	Monto en Pesos	Número de Proyectos	Tipo de Proyectos
U. de la Frontera	190.000.000	1	* Eucalyptus transgénicos tolerantes a heladas
Vitrogen S.A.	141.300.000	1	* Eucalyptus transgénicos tolerantes a hongos defoliantes
U. Católica del Norte, U. Antofagasta, U. Chile, Consorcio de Universidades Japonesas	710.000.000	4	* Genómica, proteómica y bioinformática minera. Generación de bacterias transgénicas para biolixiviación de cobre
Centro de Estudios Científicos, Valdivia	-	1	* Laboratorio de animales genéticamente modificados

10. SEMINARIOS Y EVENTOS EN BIOTECNOLOGIA

En Chile se ha realizado un importante número de eventos sobre biotecnología y transgenia, que generalmente consisten en seminarios, talleres, charlas de expertos que han sido organizadas y financiadas por diversas instituciones. Algunos de estos eventos son organizados para informar sobre el tema, otros con una visión más crítica, y aun otros enfocados directamente a promover el desarrollo de la biotecnología y la transgenia en Chile. Los eventos y seminarios más importantes sobre biotecnología en Chile entre 1997 y 2002, se muestran en el Anexo 3. La información fue obtenida de diversas fuentes, entre ellas invitaciones a estos seminarios, la revista Bioplanet, recortes de prensa, el sitio web de Fundación Chile, el portal de biotecnología del Gobierno y de FIA, entre otros.

La Tabla 4 resume el número de seminarios por año, y muestra que se habrían realizado un total de aproximadamente 41 entre 1997 y el 2002. El número de eventos aumenta en el curso de los años, llegando a su peak el 2002, con 16 seminarios, posiblemente como respuesta a una mayor preocupación por el tema. Al examinar la temática de estos seminarios, panelistas, organizadores y fuentes de financiamiento, es interesante notar que una

gran cantidad de éstos han sido organizados para promocionar la biotecnología o incidir en los procesos que se llevan a nivel nacional sobre etiquetado, o el Protocolo de Bioseguridad. Se caracterizan por dar una visión sesgada en favor de la biotecnología y la transgenia, y no incluyen visiones críticas de otras contrapartes como la sociedad civil o académica. Estos sumarían aproximadamente 26, que equivale al 63% del total, lo que demuestra que más de la mitad de los seminarios sobre biotecnología realizados en Chile, serían efectuados para promover la transgenia.

Tabla 4
Seminarios Biotecnología en Chile, Período 1997-2002

Año	Nº Seminarios	Seminarios que Promueven la Transgenia
1997	1	1
1998	1	0
1999	5	4
2000	6	3
2001	12	6
2002	16	12
Total	41	26

Cabe señalar además que Chile será sede del 12th International Biotechnology Symposium en el 2004 en Santiago. Este es el principal congreso internacional sobre biotecnología (71)(Anexo 3).

11. COMENTARIOS

A partir de la información expuesta anteriormente, se hace evidente que desde el año 2002, el Estado ha efectuado un aporte significativo para fomentar la biotecnología en el país. El desarrollo de la biotecnología no transgénica en Chile, es un importante esfuerzo que amerita destacarse, pues podría llegar a elevar los niveles de industrialización de nuestra economía, que tiene relación con la producción de nuevas variedades mejoradas, producción de vacunas, hormonas, anticuerpos monoclonales y otras innovaciones. Esto podría situar a Chile a un mejor nivel industrial internacional.

Sin embargo, la promoción de la ciencia genómica y los transgénicos en Chile, es un esquema muy diferente, que se realiza por presiones de las compañías biotecnológicas que promueven sus productos en Chile. El lobby biotecnológico ha convencido a algunas de nuestras autoridades, principalmente el Ministerio de Economía, de no quedarse atrás en la vanguardia de este desarrollo, y de entrar en la carrera de la biotecnología y el patentamiento, como una apuesta de futuro para nuestra economía. La economía de Chile, depende en gran medida de la exportación de recursos naturales con poco valor agregado. En vez de otorgarle valor industrial a través del fomento de materias primas elaboradas, la estrategia del Ministerio de Economía ha sido de otorgarle valor a los recursos naturales a través de su transformación genética, y creación de organismos transgénicos. Esta riesgosa apuesta, se podría utilizar como una forma de eximir al país de su deber de implementar acciones para un manejo sustentable de los recursos naturales.

La estrategia de Chile al entrar en la biotecnología, responde también a que el país, siguiendo la lógica de los acuerdos comerciales, es empujado a fomentar el patentamiento de los inventos biotecnológicos, como una forma de contrarrestar y sacar algún provecho a estos acuerdos que le obligan a la ampliación del sistema de patentes. Entre las actividades de innovación tecnológica factibles de patentamiento, Chile ha escogido la biotecnología, por las ventajas competitivas de poseer una biodiversidad única y exclusiva, y por su menor capacidad de competir en los rubros de informática o farmacéutica. Esto significa que el país opta por entrar en la carrera del patentamiento de genes, secuencias genéticas y proteínas, con el consiguiente pago de licencias para la mantención de las patentes y las batallas legales sobre cuestiones de propiedad. El resultado de todo esto, es que la investigación progresivamente se podría encarecer y en la práctica, el patentamiento podría limitar esta actividad a las compañías propietarias de suficientes secuencias para negociar posibles operaciones de cesión o intercambio (59).

Es paradójico notar que dentro de las prioridades de desarrollo del gobierno (Ministerios de Economía y Agricultura), esta el promover la agricultura limpia y orgánica. De hecho, el mismo Programa de Innovación Tecnológica que fomenta los transgénicos, contempla el aporte de 36 millones de dólares para programas de producción limpia, lo que es una contradicción, pues ambos tipos de agricultura son incompatibles.

Por otra parte, la forma en que el Ministerio de Economía ha avanzado en promover el desarrollo de la biotecnología y los transgénicos en Chile, es a través de un proceso poco participativo, en que importantes actores se encontraron ausentes. El proceso se ha realizado a través de la inyección de recursos significativos por medio de un préstamo BID de 200 millones de dólares, con 42 millones asignados a biotecnología. La asignación de recursos para este rubro en el año 2002, ha sido mayor que en todos los años anteriores desde 1998-2001, lo que da idea del significativo y acelerado impulso que se le quiere dar a esta actividad.

Esta priorización se ha efectuado en un contexto en que el país aun no tiene una clara decisión sobre el tema y donde ha estado ausente el debate público sobre el desarrollo agrícola y biotecnológico que Chile requiere. El Ministerio de Economía, ha avanzado de forma sectorial y ajena a otros procesos gubernamentales, excluyendo la participación ciudadana, y como respuesta a sus propias visiones de desarrollo del país. En este contexto, el Ministerio de Agricultura que ha venido trabajando en este tema desde hace bastante tiempo, ha realizado consultas a los sectores productivos, la mayoría de los cuales, ha expresado su rechazo a expandir estos cultivos en Chile, por temor a perder mercados. Este ministerio ha declarado que basará su política sobre transgénicos en la cautela, en la posición de menor costo frente a la disyuntiva Unión Europea/EE.UU., y la consulta a todos los sectores productivos.

También la Comisión Nacional del Medio Ambiente, CONAMA se encuentra actualmente desarrollando un Plan de Acción Nacional para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad, de forma participativa, involucrando a todos los actores, donde se definirá si la biotecnología y la transgenia es o no de prioridad para el desarrollo del país. Consideramos que es fundamental que dicho proceso sea considerado en la definición de políticas sobre biotecnología (60).

Por otra parte, el proceso en Chile, que lleva el Ministerio de Economía, se ajusta poco a las directivas de los préstamos otorgados por el Banco BID, que promueven una participación de la sociedad civil y la preservación del medio ambiente y los recursos naturales en los proyectos del banco (16).

Pareciera ser que el impulso para un acelerado desarrollo de la biotecnología en Chile, mas que responder a necesidades nacionales, responde a estrategias internacionales de las compañías biotecnológicas de los países productores de transgénicos, concatenada con entidades financieras internacionales. El préstamo que ha otorgado el Banco BID al Programa Tecnológico de Chile, se enmarca en la política de apoyo a proyectos innovadores y en la estrategia de Ciencia y Tecnología del Banco (GN-1913-3) que apoya la investigación científica y desarrollo de nuevas tecnologías, según señala el

documento del proyecto. Por otra parte, es interesante notar, que la estrategia para el desarrollo agrícola en América Latina y el Caribe del Banco Mundial de 1999, promueve sistemas de innovación tecnológica en la agricultura, y el borrador de la nueva Estrategia de Desarrollo Rural del Banco Mundial del 2002, ya directamente promueve la biotecnología agrícola en los países en desarrollo, lo que probablemente se refiere al desarrollo de transgénicos (61).

También, en la Cumbre de la Alimentación organizada por la FAO el 2002, los países industrializados y compañías biotecnológicas lograron obtener la aceptación a los cultivos transgénicos como una solución al hambre en el mundo, ignorando el valor de la agricultura orgánica. EE.UU. anunció en esa oportunidad, que asignaría cuantiosas sumas en programas de transferencia biotecnológica de países del Tercer Mundo para los próximos 10 años (62).

Llama además la atención que numerosos países de varios continentes se han involucrado en iniciativas para promover la biotecnología, entre ellos Japón, Pakistán, Rusia y varios países de Africa. Algunos científicos y oficiales de gobierno de 7 países de Africa, se han unido para promover la ciencia genómica y la investigación biotecnológica en sus países a través del African Genome Policy Forum. Este intenta ayudar a Africa a ponerse al día con los países desarrollados en la investigación genómica aplicada a las necesidades locales, como farmacogenética, diagnóstico de enfermedades y secuenciación de parásitos. La iniciativa es apoyada por Genome Canada, que ofreció una contribución de 6 millones de dólares. Otras iniciativas similares se esperan en India, China y América Latina (62).

Esas tendencias contrastan fuertemente con los éxitos de Etiopía para combatir el hambre y promover el desarrollo agrícola a través de métodos tradicionales de agricultura, sin uso de transgénicos. Por 7 años consecutivos Etiopía ha estado produciendo excedentes de alimentos, aumentando la productividad a través de promover la biodiversidad de las variedades de los agricultores. El ejemplo de Etiopía es significativo frente a la gigantesca presión para que los países en desarrollo adopten la agricultura industrializada de monocultivos, químicos y semillas comerciales y transgénicas, como la única solución para su desarrollo. Evidencia además, como la producción de alimentos diversa, ecológica y culturalmente adaptada por millones de pequeños agricultores, provee seguridad alimentaria y los protege del control externo de su alimentación (62).

Por otra parte, la metodología de prospectiva tecnológica (technology foresight), que el proceso de Chile ha utilizado para seleccionar la biotecnología como una actividad prioritaria del país, ha sido facilitada por las NU, a través de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial UNIDO, que también ha apoyado a otros países lati-

noamericanos a utilizar estos métodos. UNIDO además promueve la biotecnología en América Latina a través de un Consejo Consultivo en Biotecnología para América Latina y el Caribe y en conjunto con Chile, organizará el Congreso Mundial de Biotecnología para el 2004. Nuestro país será sede de dicho congreso, lo sitúa en un rol relevante como plataforma para difundir la biotecnología en la región.

Es interesante también destacar el papel de la FAO en el desarrollo biotecnológico y transgénico de Chile y otros países de América Latina. FAO tuvo una participación significativa en el desarrollo del primer Programa Nacional de Biotecnología en Chile, en que se acordó desarrollar la transgenia. También fomenta, a través de la red RedBio, a las compañías biotecnológicas de América Latina y apoya seminarios para promover la comercialización de sus productos. El discurso de FAO en seminarios realizados en Chile es además favorable a la transgenia, y el coordinador de RedBio en Chile, es la Fundación para la Innovación Agraria, FIA, que aporta fondos para proyectos de transgenia en nuestro país.

Uno de los países que ha apoyado bastante el desarrollo de la biotecnología y transgénicos en Chile, es Canadá a través de varias agencias. CamBioTec que es una iniciativa entre Canadá y Latinoamérica en Biotecnología que depende del Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (IDRC) de Canadá, ha apoyado seminarios y talleres en Chile con invitados de empresas biotecnológicas de ese país. La Embajada de Canadá también ha patrocinado seminarios en biotecnología y CamBioTec, la Agencia Internacional de Desarrollo de Canadá, CIDA y IDRC han financiado dos recientes libros sobre biotecnología en Chile.

El Gobierno de EE.UU., a través de su embajada en Chile, también ha patrocinado seminarios sobre biotecnología y últimamente organizó un evento sobre percepción pública y etiquetado de alimentos transgénicos.

Otro organismo favorable a la transgenia y que realizó un seminario en Chile sobre el tema, es IICA. Tiene varios documentos sobre la biotecnología en América Latina.

Podemos deducir por lo tanto, que el impulso al desarrollo de la biotecnología agrícola y la entrada de los transgénicos en Chile y los países en desarrollo, estaría siendo de algún modo guiada y apoyada por organismos internacionales de las Naciones Unidas u otros y los países industrializados.

En este contexto, es interesante destacar la posición de la Comisión Económica para América Latina, CEPAL, frente a la biotecnología agrícola. Este organismo, ha sido

bastante más crítico que la FAO, y los documentos que ha publicado sobre el tema, reconocen los riesgos ambientales de estos cultivos, el problema de las patentes, la dependencia de insumos externos, la erosión genética y advierten que esta tecnología no necesariamente trae más beneficios económicos asociados (63).

Estimamos que el apoyo internacional anteriormente citado, podría llevar al país a proliferar la industria nacional de transgénicos, lo que a su vez facilita la entrada y aceptación de productos biotecnológicos foráneos como alimentos y semilla transgénicas y tecnologías asociadas. Dado que esta tecnología está sujeta a patentes, ello beneficia a los países productores de transgénicos y las multinacionales biotecnológicas, pues les permite aumentar las ventas de sus productos lo que amenaza nuestra agricultura y seguridad alimentaria.

Históricamente los fondos tecnológicos en Chile han provenido del Estado a través de instrumentos de financiamiento de proyectos que actualmente lidera el Proyecto Genoma Chile. También un organismo estatal como el INIA, a liderado el desarrollo de la transgenia en Chile. El Estado sin embargo, busca promover un incremento de la inversión privada en ciencia y tecnología en Chile incentivando proyectos biotecnológicos con fuerte asociatividad entre entes privados y públicos. Un ejemplo es el involucramiento de CODELCO en iniciativas biotecnológicas mineras, con un consorcio de capitales privados japoneses.

A diferencia de Chile, el desarrollo de la biotecnología en EE.UU., ha sido fundamentalmente a través de las empresas privadas, las que han estado a la cabeza de este desarrollo. Estas han convencido últimamente al gobierno a aumentar la inversión pública en genómica. Como resultado se creó la Iniciativa Nacional para el Maíz en 1995 y se desarrolla la Iniciativa Nacional sobre Genoma Vegetal, que es una estrategia internacional para financiar proyectos sobre genoma vegetal (59).

En cuanto al desarrollo de la biotecnología en Chile, es importante mencionar el reciente surgimiento de centros destinados a este desarrollo incluyendo la genómica e ingeniería genética. Entre ellos, el centro de la Región de Bio Bio que pretende abarcar importantes universidades regionales, la Universidad de Santiago, la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Fundación Ciencia para la Vida. El nombre de esta última fundación recuerda el de las grandes empresas transnacionales, que se autodenominan empresas de Ciencias para la Vida (Life Science Companies).

También existe un creciente involucramiento de varias empresas forestales nacionales en proyectos biotecnológicos, como Forestal Arauco que creó Bio Forest, Forestal

Mininco, y otras que han colaborado con material para mejoramiento, como Forestal Millalemu, Forestal Bío Bío, Forestal Cholguán y Bosques de Chile. Esto les permitiría mejorar la calidad de las plantaciones a corto plazo.

Por otra parte, Chile estaría cercano a ser el primer país en llegar al mercado con un pino transgénico resistente a la polilla del brote, que podría estar listo para el año 2008. Genfor esta considerada como la empresa biotecnológica más importante en el ámbito forestal en América Latina y podría liderar la producción de árboles transgénicos a nivel mundial y en la región. Esta compañía tiene un objetivo muy dirigido, relaciones con el gobierno e infraestructura necesaria para lograr esa meta.

La creación de árboles transgénicos, tanto pino como eucalyptus, constituye una amenaza por el riesgo de contaminación transgénica sobre todo en predios bajo esquemas de certificación forestal y orgánica. El polen del pino, podría viajar a 600 Km de la fuente contaminando pinos convencionales y dando origen a otros pinos transgénicos por semilla (2).

También la empresa Biosigma, podría llevar al país a constituirse en líder en América Latina en biotecnologías de biolixiviación bacteriana de cobre y minerales y en la producción de bacterias transgénicas para estos fines. La empresa pretende ejercer un liderazgo en el desarrollo y comercialización de conocimientos y tecnologías en el área minera y posicionarse como referente en el tema.

La aparente estabilidad económica de Chile comparada con el resto de los países de América Latina, lo proyecta como una isla y plataforma para la llegada de nuevas empresas y capitales extranjeros a la región. Bajo este escenario, es posible visualizar que los rápidos avances de Chile en el campo de la biotecnología, genómica y transgenia, especialmente en el sector forestal y biominería, podrían situar a nuestro país como un foco para el desarrollo y diseminación de estas tecnologías en la región. La elección de Chile como sede del congreso mundial de biotecnología en el 2003, hacen pensar en la factibilidad de este escenario.

La proliferación de centros biotecnológicos y el fomento a la creación de nuevos organismos transgénicos en Chile, es sin embargo preocupante, pues se realizan en un contexto de débil regulación y escasa capacidad técnica de fiscalización (1). La liberación de bacterias modificadas genéticamente puede tener impactos desconocidos en el medio ambiente y la salud. La regulación de CONICYT para transgénicos de laboratorio solo tiene carácter de voluntaria y no se fiscaliza.

La creación y pruebas de campo de papas transgénicas en la X Región, donde hay un centro de origen de la papa, es especialmente preocupante, pues se están realizando

importantes esfuerzos para la conservación de las variedades originarias. Se ha reportado la existencia de 600 variedades, y unas 150 en uso (R.Cárdenas com.pers). Las organizaciones y campesinos involucrados en su conservación y rescate, no han sido informados de estas liberaciones, desconocen los sitios de cultivo experimental y se desconocen las acciones que podrían estar tomando las autoridades para proteger el material nativo.

También es lamentable notar que las iniciativas aprobadas por el Proyecto Genoma Chile en el año 2002, van enfocadas en genómica funcional en frutas de exportación como vides, nectarinas y uvas Cabernet Sauvignon para vino. De llegar a la creación y producción de frutas transgénicas, podría constituir un riesgo de contaminación a variedades convencionales y perjudicar los mercados externos de frutas, vino y miel. Además estos avances no cuentan con el apoyo pleno de los productores de frutas y vinos chilenos. Los proyectos por su parte, no acompañan estudios de los impactos al medio ambiente y la salud humana de estos organismos como determina el préstamo BID.

Por otra parte, la expansión de la producción de organismos transgénicos, afectará profundamente el desarrollo de la agricultura orgánica de Chile, que actualmente esta centrada en la producción de frutas y hortalizas de exportación. Entre los productos orgánicos que se podrían ver afectados por la producción transgénica, están los nectarines, durazno, manzana, uva de mesa, miel y productos apícolas. Las viñas han presentado un explosivo crecimiento en el ámbito orgánico. Cerca de un 42% de estos productos va destinado a mercados de la UE y Japón, que tienen fuertes restricciones a la entrada de transgénicos (65).

Después de 10 años de liberación de transgénicos en Chile (1992-2002), se esta realizando un primer proyecto de evaluación de campo del impacto de los cultivos transgénicos en la biodiversidad, liderado por INIA (Anexo 2).

De acuerdo a estos antecedentes, consideramos que la apuesta que Chile pretende hacer, de entrar en la carrera de la genómica, la transgenia y las patentes, es sumamente riesgosa. Primero porque existe una gran polémica y discusión mundial en torno a la seguridad de los cultivos y alimentos transgénicos sobre la salud humana y el medio ambiente, tema que aun no esta plenamente resuelto. Segundo, porque la contaminación de los organismos transgénicos hacia otras especies es un efecto irreversible, que tendrá impactos a largo plazo, pues los individuos contaminados se reproducen y diseminan y son imposibles de erradicar (1). Existe además evidencia innegable de graves accidentes de contaminación de los cultivos transgénicos hacia recursos genéticos y plantas, como también otros impactos al suelo y especies no objetivo (1)(64).

Un informe de la Agencia Ambiental Europea, concluye que habrá flujo de genes a través de la transferencia de polen de los cultivos transgénicos contaminando los predios convencionales y orgánicos y creando supermalezas. Los cultivos como la canola, el maíz y la remolacha serían los más peligrosos pues el traspaso de genes puede ocurrir a grandes distancias y más allá de las distancias establecidas oficialmente para aislar cultivos transgénicos de los convencionales. El estudio confirma las sospechas y denuncias de los ambientalistas sobre el peligro de estos cultivos (64)(66).

La contaminación hacia cultivos orgánicos, también se ha demostrado en la región de Navarra, España. Los agricultores orgánicos detectaron contaminación transgénica en dos cultivos orgánicos de maíz y uno de soya. El agente contaminante del maíz, fue maíz transgénico Bt de Syngenta. Las asociaciones locales de productores y consumidores orgánicos, expresaron su preocupación por la falta de control que dificulta la producción orgánica (62).

La contaminación transgénica además acarrea costos adicionales a la agricultura. Un estudio de la Comisión Europea, revela que todos los agricultores deberán enfrentar mayores costos de producción, y en algunos casos costos insostenibles, de permitirse cultivos transgénicos en gran escala en Europa. El informe concluye que los predios pequeños enfrentarán mayores costos y la coexistencia de producción orgánica y transgénica en una región no es posible. Los costos adicionales involucran cambios en las prácticas agrícolas para evitar la contaminación transgénica, y mayores primas de seguros. Se estimó un aumento de 1% a 9% en maíz y papas y 10% a 41% en canola con umbrales de 1% de contaminación (67).

La revista Nature Biotechnology de Junio 2002, esta dedicada a los riesgos económicos y responsabilidades asociadas a los cultivos transgénicos en Canadá y EE.UU. Señala que el caso más costoso, ha sido la contaminación del maíz Starlink en EE.UU., cuyo retiro del mercado costó un billón de dólares. Agrega que la UE prohibió recientemente las importaciones de miel de Canadá, porque los productores canadienses no pueden garantizar miel libre de polen transgénico. Esta medida ha bajado los precios de la miel en Canadá y causado la pérdida de un mercado de 5.3 millones de dólares en la última década. También los cultivos transgénicos han destruido el creciente mercado para la canola orgánica de ese país, estimado entre 100 a 200 mil dólares anuales. Los agricultores orgánicos, han llevado el conflicto contra las compañías biotecnológicas a la corte (62).

Por otra parte, un estudio sobre las compañías biotecnológicas de EE.UU., señala que estas se encuentran actualmente en grave crisis y han tenido que despedir personal. La mitad de las compañías creadas en los años 70, se han cerrado o fusionado con otras y la

mayoría de las empresas pequeñas han quebrado. La razón radica en que las compañías deben funcionar a pérdida pues requieren de grandes inversiones muchos años antes de obtener algún beneficio. El informe concluye que la biotecnología es una actividad riesgosa, especialmente para países en desarrollo que contemplan la creación de centros biotecnológicos, pues deben asumir una inversión y riesgos sin precedentes, con inciertas garantías de beneficios (62)(68).

De esto deducimos que el desarrollo de la transgenia en Chile podría traer costos económicos y ambientales, debido a:

- 1.- Pérdida de mercados exigentes como la UE y Japón. La agricultura chilena de exportación, esta destinada a productos de alta calidad a estos mercados exigentes cuyos consumidores rechazan los productos transgénicos.
- 2.- Pérdida de la certificación forestal. Las plantaciones de pinos transgénicos podrían contaminar las plantaciones certificadas.
- 3.- Se arriesga el desarrollo de la agricultura orgánica y limpia, por contaminación y desconocimiento de los lugares exactos de plantación de transgénicos.
- 4.- Mayores costos de la producción orgánica y convencional para mantener los cultivos libres de contaminación transgénica, como modificar las prácticas agrícolas, muestreos, aumento de primas de seguros etc..
- 5.- Pérdida de importantes y creciente nichos de mercados futuros para productos certificados y orgánicos de alta calidad dirigidos a mercados selectos.
- 6.- Pérdida por contaminación de centros de origen y nuestra base de biodiversidad y recursos naturales que es única y exclusiva en el mundo (69).
- 7.- Costos para descontaminar el país de la contaminación transgénica.

Dados estos antecedentes, la Fundación Sociedades Sustentables, estima que es importante adoptar una moratoria a la liberación de árboles, cultivos y organismos transgénicos, hasta que no haya una política definida y normativas claras al respecto, como también capacidad técnica y de fiscalización en marcha que garantice que los cultivos transgénicos no tengan impactos al medio ambiente y la salud.

Recomienda además que en vez de priorizar el desarrollo biotecnológico de Chile enfocado a ciencias no probadas, riesgosas, poco éticas que incluyen patentes sobre seres vivos y genes y que requieren inversiones prohibitivas para los países en desarrollo, sería más fructífero poder destinar estos recursos en tecnologías que apoyen la conservación y uso sustentable de nuestros recursos naturales otorgándoles valor industrial no transgénico. Es muy importante además promover el desarrollo de una agricultura limpia, orgánica, de alta calidad que supla las crecientes necesidades de los mercados exigentes, (como lo reconocen los Ministerios de Economía y Agricultura), y de los consu-

midores que rechazan los transgénicos y están dispuestos a pagar mas por productos orgánicos (1).

Es muy importante además, promover la investigación que favorezca el desarrollo de la agricultura campesina, por medio del rescate, uso y valoración de nuestra única y valiosa biodiversidad agrícola, que pueda apoyar la agricultura campesina y asegurar nuestra soberanía alimentaria (60).

Se concluye que el desarrollo de la biotecnología y la transgenia en Chile, amerita un debate y reflexión mucho más profundo y participativo sobre, que conduzca al país por una vía de desarrollo sustentable, limpia y de apertura de mercados.

12. LITERATURA CITADA

- (1) Manzur, M.I. 2000. Biotecnología y Bioseguridad. La Situación de los Transgénicos en Chile. Fundación Sociedades Sustentables. Santiago. 42pp.
- (2) Manzur, M.I. 2000. Biotecnología en el Sector Forestal de Chile. Fundación Sociedades Sustentables. Santiago.
- (3) Manzur, M.I. Boletín de Actualidad sobre Transgénicos. Fundación Sociedades Sustentables. www.chilesustentable.net.
- (4) Greenpeace. Mundomed. Biotecno. 2000.
- (5) European Environment Agency. 2002. Genetically modified organisms (GMOs): The significance of gene flow through pollen transfer. Copenhagen.(www.eea.eu.int).
- (6) Genetic Engineering Newsletter 33/34, May/June/July 2002. Genet News. 31 Jul. 2002. / Genet News. 5 May 2002). / Manzur, M.I. Boletín de Actualidad sobre Transgénicos N°10. Septiembre 2002. Fundación Sociedades Sustentables. www.chilesustentable.net.
- (7) Una política de Estado para la Agricultura Chilena. Período 2000-2010. Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile. 140 pp.
- (8) El Mercurio, Revista del Campo. 29 Julio, 2002.
- (9) Charla de Alvaro Díaz. Subsecretario Economía. II Seminario Internacional. Aplicación del Acuerdo: Aspectos de los derechos de propiedad intelectual relacionados con el comercio en las materias silvoagropecuarias. SAG. Santiago. 20 Junio, 2002.
- (10) Paredes, M y C. Muñoz. 1997. Conferencia de Planificación. Programa Nacional para el Desarrollo de la Biotecnología Agropecuaria y Forestal en Chile. FIA, FAO, INIA, MINAGRI. Chillán. Serie Quilamapu N° 77. 197 pp.
- (11) Villalobos, C. 1996. Propuesta del Programa Nacional de Biotecnología Agrícola y Forestal de Chile. FAO. 124 pp.
- (12) Gil, L. y C. Irrazabal. 1999. Estado actual de la biotecnología en Chile. En: Gil, L. y C. Irrazabal (Eds). Biotecnología en Chile. CamBioTec. Impresos Universitaria. Santiago. 137 pp. / Informe de Avance N° 2. Comisión Nacional para el Desarrollo de la Biotecnología. Santiago. Noviembre, 2002.
- (13) Muñoz, C. 1999. Perspectivas de la biotecnología agrícola en Chile. En: Gil, L. y C. Irrazabal (Eds). Biotecnología en Chile. CamBioTec. Impresos Universitaria. Santiago. 137 pp.
- (14) Biotecnología en el desarrollo agrícola de Chile: Un desafío para el sector investigador. Bioplanet N°3. Mar/Abr. 2001.
- (15) Chile cantera de innovaciones. BID. (www.iadb.org).
- (16) Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica (CH-0160). Ministerio de Economía. / FIA abre concurso para proyectos en biotecnología. 20 Junio, 2001. www.fia.cl.
- (17) Technology Foresight Initiative for Latin America. An Overview of the Programme. Ricardo Seidl da Fonseca. Document N° 330962. ONUDI. www.unido.org/ Estu-

- dian identificar tecnologías con mayor beneficio social y económico. Noticias. Ministerio de Economía. 22 Agosto, 2000. www.minecon.cl/info/noticia0822b.html.
- (18) En Chile será Congreso de Biotecnología. Diario El Mercurio. 8 Abril, 2002. Emol.com. / www.unido.org, www.udec.cl.
- (19) Iniciativa Genoma Chile. Conicyt, Ministerio de Economía, CORFO, FIA. / Cuando la ciencia es un bien. Bioplanet N°15. En/Feb. 2002. / La Iniciativa Genoma Chile. Una apuesta de vanguardia. Revista Conicyt N° 58. www.conicyt.cl. / Iniciativa Genoma Chile. www.cbg.cl. / www.economia.cl, www.biotecnologia.gob.cl, www.fia.cl / 1ª Convocatoria del programa en recursos naturales renovables. Iniciativa Genoma Chile. Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica. Gobierno de Chile. www.fia.cl.
- (20) La ciencia genómica: Hacia el control total sobre los cultivos. Biodiversidad N° 24, Julio, 2000. GRAIN. / Centro de Genómica y Bioinformática: Un apoyo a la investigación científica. Centro de Genómica y Bioinformática. Pontificia Universidad Católica de Chile. www.cgb.cl.
- (21) Cuando la ciencia es un bien. Bioplanet. N°15. En/Feb. 2002.
- (22) Nace la primera red genómica vegetal de Chile. Tres proyectos se adjudicaron el primer llamado en sanidad vegetal y poscosecha. Noticias de CORFO. 4 Julio, 2002. / Visión Universitaria N° 104, Pontificia Universidad Católica de Chile. Julio 2002. / Red Genómica Vegetal. Frutas chilenas con valor agregado. Bioplanet N° 18. Jul/Ag. 2002.
- (23) La Iniciativa Genoma Chile. Una apuesta de vanguardia. Revista Conicyt N° 58. www.conicyt.cl. / Gobierno Chileno y Codelco unen esfuerzos en programa de biominería. Bioplanet N°13. Sept/Oct. 2001. / Visión Universitaria N° 104. Julio, 2002. / Codelco coopera con desarrollo biotecnológico. 2 Agosto, 2002. www.areaminera.com. / Biolixiviación será realidad el próximo año. 2 Agosto, 2002. www.areaminera.com. / Bosigma SA. Codelco y Nippon Mining crean empresa biotecnológica. 2 Agosto, 2002. www.areaminera.com. / Iniciativa Genoma Chile. www.cbg.cl. / First call for projects in biotechnology for the mining industry. www.biosigma.cl. / Codelco and Nippon Mining & Metals Ltd. www.biosigma.cl. / Biosigma S.A. selected four projects in the first open call for research projects in biotechnology for mining. www.biosigma.cl. / Biosigma selecciona primeros proyectos de biotecnología para la minería. www.codelco.com.
- (24) Comisión Nacional para el Desarrollo de la Biotecnología. Informe al Presidente de la República. Junio, 2003. www.biotecnologia.gob.cl). / Chile hacia la economía del conocimiento. Inició sus sesiones la Comisión Presidencial de Biotecnología. Santiago. 24 Julio, 2002. www.economia.cl.
- (25) La Iniciativa Genoma Chile. Una apuesta de vanguardia. Revista Conicyt N° 58. www.conicyt.cl. / Biotecnología, primer lugar en agenda de Conicyt. La Discusión Chillán. 29 Agosto, 2000.

- (26) VIII Región se abre a la biotecnología. La Nación. 21 Enero, 2002. / Biotecnología, primer lugar en agenda de Coricyt. La Discusión Chillán. 29 Agosto, 2000. / Bio Bio otorga énfasis regional a sus planes en este ámbito. Lignum. Feb-Mar.2001.
- (27) Investigación en bioinformática. Interpretando la vida. Bioplanet N° 17. Mayo/Jun. 2002. / Investigación Genómica tras la pista de las bacterias lixiviantes. Bioplanet N°18. Jul/Ag. 2002.
- (28) www.fundacionandes.cl, www.elmostrador.cl, www.cecs.cl.
- (29) Memorándum de Cooperación en Biotecnología Agrícola entre el Ministerio de Agricultura y Alimentación de la Provincia de Saskatchewan, Canadá, y el Ministerio de Agricultura de Chile.
- (30) Anexo N° 9. Declaraciones de Intenciones. Biotecnología. 13 Octubre, 1998.
- (31) La Unión Europea fija programa en investigación científica. Noticias EMOL. 20 de Mayo, 2002.
- (32) Nuevo Consejo Consultivo en Biotecnología para América Latina y El Caribe. Fundación Chile. www.fundchile.cl, www.agroeconomico.cl.
- (33) Chile establece alianza con líder regional en ciencia y tecnología. Comunicado de Prensa CONICYT. 19 Marzo, 2002.
- (34) Boletín N° 22. CORFO. Abril, 2002.
- (35) www.agropolis.fr.
- (36) www.rlc.fao.org/ redbiochile@fia.gob.cl / REDBIO/FAO. 2002. / www.rlc.fao.org/ / Biotecnología en la red de redes. Bioplanet N° 3. En/Feb. 2000. / FIA será filial chilena de Redbio Internacional. Bioplanet N° 12. Jul/Ag. 2001. / Encuentro Redbio Chile 2001. Bioplanet N° 13. Sept/Oct. 2001. / Fundación Redbio Chile, Una estrategia de cooperación en biotecnología agropecuaria. [www.redbiochile@fia.gob.cl](mailto:redbiochile@fia.gob.cl).
- (37) Bioplanet N°1. Sep/Oct. 1999. / Biotecnología en la red de redes. Bioplanet N° 3. En/Feb. 2000.
- (38) Relab, 26 años de historia. Bioplanet N° 12. Jul/Ag. 2001.
- (39) Villalobos, H. 1995. La Biotecnología Vegetal en Chile. Análisis de sus oportunidades y limitaciones. FAO. Santiago.
- (40) Leiva, H. 1999. Biotecnología y minería en Chile: Biolixiviación de metales. En: Gil, L. y C. Irrázabal (Eds). Biotecnología en Chile. CamBioTec. Impresos Universitaria. Santiago. 137 pp.
- (41) Espejo, R. 2002. Experiencia chilena en biotecnología moderna. En Seminario. Bioseguridad; Un Marco Jurídico para Chile. Centro de Derecho Ambiental. Universidad de Chile. Marzo, 2002.
- (42) Chile crea el primer ratón transgénico de Sudamérica. La Tercera. 18 Mayo, 2002. / Soñando con la tercera dentición. Bioplanet 1999. www.bioplanet.net.
- (43) Esos raros cultivos nuevos. Revista Tierra Adentro N° 31. Mar-Abr. 2000. www.inia.cl/tierra_adentro/ / Conservación de Recursos Fitogenéticos de Chile. 1995. INIA, Agencia de Cooperación Internacional de Japón, JICA.

- (44) Revista Tierra Adentro N° 31. INIA. Mar-Abr. 2000. / Biotecnología para el mejoramiento de papas. Noticias INIA. 15 Mayo, 2001. www.inia.cl.
- (45) Proyectos de Biotecnología Silvoagropecuaria 1990-2001. Seminario. Investigación y Desarrollo en Biotecnología Silvoagropecuaria: Situación Actual Chilena. FIA. Julio, 2002. www.fia.cl, www.biotecnologia.gob.cl. / Tiempo de Guarda. Bioplanet N°19. Sep/Oct. 2002.
- (46) El Futuro de la industria forestal hoy. Bioplanet N°3. En/Feb. 2000. / Avanzando hacia el super pino. Bioplanet N°12. Jul/Ag. 2001.
- (47) Plantas del futuro. Bioplanet N° 16. Mar/Abr. 2002. / En la Universidad de Talca. Plantas del futuro. 18 Jun. 2002. www.bioplanet.net.
- (48) Firman acuerdos comerciales para empresa Genfor en biotecnología. Fundación Chile. www.fundchile.cl. / El Futuro de la industria forestal hoy. Bioplanet N°3. En/Feb. 2000. / Biotecnología empieza a cambiar el rumbo de los negocios forestales. Lignum. Feb-Mar. 2001. / Los Dolly Forestales. Chile Forestal. Jul. 1999. / Incubando la competitividad. Chile Forestal. Sept. 1999. www.fundchile.cl. / Novedades. Fundación Chile. www.funchile.cl. / Jordán, G. 2000. Formación de Alianzas para el desarrollo de productos agrobiotecnológicos en Chile. En: Gil, L. y C. Irrarrázabal (Eds). Organismos Genéticamente Modificados. Andros Impresores Ltda. Santiago.
- (49) Desarrollo tecnológico para mejorar la calidad de productos hortofrutícolas. Fundación Chile. www.fundchile.cl. / Agroindustria, actividades de desarrollo en el 2002. Fundación Chile. www.fundchile.cl.
- (50) Fundación Chile, Area Agroindustria. 2002. www.fundchile.cl. / La Fundación hace noticia. Bioplanet N°6. Jul/Ag. 2000. / Descifran genoma de *Piscirickettsia salmonis*. Un hito para la ciencia chilena. Bioplanet N°13. Sep/Oct. 2001.
- (51) Remolacha Tolerante a Glifosato. Edgardo Dietz. Charla presentada en el Workshop. Organismos Genéticamente Modificados. Comercialización, Bioseguridad, Percepción Pública. Universidad de Chile, CamBioTec-Chile, OEA. Santiago. 21-23 Octubre, 2002.
- (52) Fundación Ciencia para la Vida. www.cienciavida.cl. / Instituto Milenio de Biología Fundamental y Aplicada. Bioplanet N°6. Jul/Ag. 2000. / Creando Instancias para el uso de la biotecnología. Bioplanet N° 5. May/Jun. 2000.
- (53) Secuenciación del genoma de la bacteria *Ralstonia eutropha*. Bioplanet N°16. Mar/Abr. 2002.
- (54) Fundación Ciencia para la Vida. www.cienciavida.cl. / Descifran genoma de *Piscirickettsia salmonis*. Un hito para la ciencia chilena. Bioplanet N° 13. Sep/Oct. 2001.
- (55) Inauguran Instituto Milenio MIFAB. Bioplanet N°5. May/Jun. 2000.
- (56) Bios Chile www.biochile.cl. / De promesas a realidades empresariales. Bioplanet N°1. Sep/Oct. 1999.
- (57) Investigación Forestal propia es vista como soporte futuro. Rev. Lignum. N° 50.

- Feb-Mar. 2001. / De promesas a realidades empresariales. *Bioplanet* N°1. Sep/Oct. 1999. / Gil, L., U. Dorbenger y C. Irrarázabal. *Biotecnología en Chile. Investigación, Bioseguridad y Empresas*. En: Gil, L. y C. Irrarázabal (Eds). *Organismos Genéticamente Modificados*. Andros Impresores Ltda. Santiago.
- (58) Declaración de la Academia Chilena de Ciencias sobre cultivos genéticamente modificados o transgénicos.
- (59) GRAIN. La ciencia genómica: Hacia el control total sobre los cultivos. *Revista Biodiversidad Sustento y Culturas*. Julio, 2000. www.grain.org.
- (60) Manzur, M.I. 2002. Comentarios de la Fundación Sociedades Sustentables a la Comisión Nacional para el Desarrollo de la Biotecnología. Santiago. 7 Octubre, 2002.
- (61) Strategy for Agricultural Development in Latin America and the Caribbean. December, 1999. Inter-American Development Bank. Sustainable Development Department. / Draft Rural Development Strategy. World Bank. 2002.
- (62) Manzur, M. I. Boletín de Actualidad sobre Transgénicos N° 10, Septiembre, 2002. Fundación Sociedades Sustentables. www.chilesustentable.net.
- (63) Schaper, M. 2001. De la estrategia de la oferta hacia la mirada del consumidor. *Ambiente y Desarrollo* 17(3):42-49. / Schaper, M. y S. Parada. 2001. Organismos genéticamente modificados: su impacto socioeconómico en la agricultura de los países de la comunidad andina, Mercosur y Chile. CEPAL.
- (64) Manzur, M. I. Boletín de Actualidad sobre Transgénicos N° 8. Diciembre, 2001. Fundación Sociedades Sustentables. www.chilesustentable.net. / Manzur, M. I. Boletín de Actualidad sobre Transgénicos N° 9. Abril, 2002. Fundación Sociedades Sustentables. www.chilesustentable.net.
- (65) Ceroni, P. 2002. Agricultura Orgánica en Chile. En: M.I. Manzur y R. Hernández (Eds.) *Memorias Seminario Cultivos Andinos del Norte de Chile: Valoración de un Patrimonio Agrícola y Cultural*. Fundación Sociedades Sustentables. Mayo, 2002.
- (66) Biotech Activists. 24 Mar, 2002. / European Environment Agency. 2002. Genetically modified organisms (GMOs): The significance of gene flow through pollen transfer. Copenhagen. www.eea.eu.int. / Manzur, M. I. Boletín de Actualidad sobre Transgénicos N° 9. Abril, 2002. Fundación Sociedades Sustentables. www.chilesustentable.net.
- (67) Barbara Kuepper. 16 Jun. 2002. / Genetic Engineering Press Release. Greenpeace. EU suppresses study showing genetically engineered crops add high costs for all farmers and threaten organic. Thu. 16 May, 2002. Brussels, Belgium. www.greenpeace.org.
- (68) The Growth of Biotechnology Centers in the US. *Genet News*. 24 Jun. 2002. www.brook.edu. / Signs of Life: The Growth of Biotechnology Centers in the US. www.brook.edu. / States, cities try to lure biotechnology companies. *San Francisco Chronicle*. 10/6/2002. www.sfgate.com. / Genomic sector has fired more than 1.500 staff since January 2001. *Genet News*. 12 Jul. 2002. *GenomeWeb*. www.genomeweb.com.

- (69) Manzur, M.I. 1998. Situación de la biodiversidad en Chile y propuestas específicas para su conservación. Consultoría realizada para el Programa Chile Sustentable. Santiago.
- (70) FIA Impulsa acciones en apoyo a la biotecnología. Bioplanet N°16. Mar/Abr. 2002.
- (71) Bioplanet N°15. En/Feb. 2002.
- (72) Diario El Mercurio. 8 de Abril, 2002. / www.onudi.org.

13. ANEXOS

ANEXO 1 SISTEMA DE FONDOS TECNOLÓGICOS

INSTRUMENTO	AÑO CREACION	LINEAS DE FINANCIAMIENTO
FONDECYT Fondo Nacional de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (CONICYT)	1990	Proyectos de investigación científica y tecnológica básica.
FONDEF Fondo de Fomento al Desarrollo Científico Tecnológico (CONICYT)	1991	Proyectos para construir y desarrollar capacidades especializadas de las instituciones científicas y tecnológicas.
FONTEC Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo (CORFO)	1991	Financia proyectos de innovación tecnológica en empresas privadas.
FDI Fondo de Desarrollo e Innovación (CORFO)	1995	Promueve iniciativas de innovación tecnológica.
FIA Fundación para la Innovación Agraria (Ministerio de Agricultura)	1981	Fomenta la transformación de la agricultura y de la economía rural, financiando iniciativas de innovación tecnológica e investigación.
FIM Fondo de Investigaciones Mineras	-	Fomenta la investigación científica y tecnológica relativas al cobre y sus subproductos.

ANEXO 2
CUADRO RESUMEN DE PROYECTOS EN TRANSGENIA 1989-2002

Nombre Proyecto	Institución Ejecutante y Asociados	Entidad que Financia	Monto en Pesos	Período	Región
1. Transformación genética del maíz y azúcar de caña para obtener variedades resistentes al ataque de insectos	Universidad de Talca, Facultad de Recursos Naturales	PNUD-UNESCO	8.250.000	1989-1992	VII
2. Utilización de ingeniería genética para la producción de plantas transgénicas de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) con resistencia a bacterias patógenas	Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Ciencias Biológicas Asociados: INIA, CIP	FONDEF	FONDEF 341.000.000 Total 540.496.000	1991-1995	
3. Obtención de plantas transformadas que expresen la endotoxina de cepas locales de <i>Bacillus thuringiensis</i>	Universidad de Talca, Facultad de Recursos Naturales	FONDECYT	27.383.000	1992-1994	VII
4. Obtención de plantas transgénicas de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>) mediante ingeniería genética con <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía	DIUC	1.305.000	1993-1994	
5. Cultivo de soya (<i>Glicine max</i> IL. Merrill): Evaluación de genotipos, tecnología de manejo agronómico, potencial	Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía	FONDECYT	31.061.000	1993-1996	
6. Transformación genética en papas para resistencia a insectos y virus	INIA La Platina	BID	5.926.000	1993-1996	

Nombre Proyecto	Institución Ejecutante y Asociados	Entidad que Financia	Monto en Pesos	Período	Región
7. Estudios de exportación de péptidos bactericidas en cepas del género <i>Erwinia</i> manipuladas genéticamente. Evaluación de su uso en control biológico de microorganismos fitopatógenos	Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Ciencias Biológicas	FONDECYT	48.741.000	1994-1997	
8. Uso del mapeo genético para incorporar resistencia genética a insectos en papas	INIA Remehue	CIP, PNUD	42.901.000	1994-1998	X
9. Obtención de papas menos dependientes de insecticidas mediante la incorporación de resistencia genética mediado por tricomas glandulares y leptinas	INIA Remehue INIA Itihuasi INIA La Platina	Fundacion McKnight	131.754.000	1995-1998	IV- RM- X
10. Introducción de resistencia al virus del mosaico de la sandía II en melón, usando técnicas de transformación genética.	INIA La Platina	FONDECYT	51.270.000	1995-1998	
11. Papel de la secuencia de inserción isti en la generación de nuevas cepas de <i>Thiobacillus ferrooxidans</i> que difieren en su capacidad para oxidar hierro	Universidad de Santiago de Chile, Fac. de Química y Biología Asociados: Universidad de Chile Fac. de Ciencias, Fac. de Medicina	FONDECYT	68.205.000	1995-1998	

Nombre Proyecto	Institución Ejecutante y Asociados	Entidad que Financia	Monto en Pesos	Período	Región
12. Producción de variedades de papa resistentes a bacterias patógenas utilizando transformación genética	INIA Remehue INIA La Platina Asociados: Pontificia Universidad Católica de Chile, Asociación Gremial de Productores de Papas, Instituto de Investigación GTT	FONDEF	FONDEF 100.000.000 Total 175.381.000	1996-1999	V-IX-X
13. Construcción de ratón con el gen de la amelogenina anulado: Modelo para el estudio del desarrollo del diente	Universidad de Chile, Facultad de Odontología, Núcleo Milenio en Biología del Desarrollo	FONDECYT	92.192.000	1997-2000	
14. Estrategias sustentables para controlar enfermedades fungosas en plantaciones de manzanos. I Parte	INIA Carillanca	FDI	386.468.000	1998-2001	
15. Clonamiento y análisis de los genes y de los productos génicos involucrados en la oxidación de hierro en Thiobacillus ferrooxidans: Desarrollo de un nuevo modelo de oxidación de hierro	Universidad de Santiago de Chile, Facultad de Química y Biología Asociados: Universidad de Chile, Fac. de Medicina	FONDECYT	80.721.000	1998-2001	
16. Producción de variedades de papa utilizando transformación genética	INIA La Platina INIA Remehue	-	-	1999-2000	RM-X

Nombre Proyecto	Institución Ejecutante y Asociados	Entidad que Financia	Monto en Pesos	Período	Región
17. Control de Polilla del Brote (<i>Rhyacionia buoliana</i> Den et Schiff) en plantas de pino (<i>Pinus radiata</i> D.Don) mediante el uso de técnicas biotecnológicas disponibles y comercialmente probadas	Fundación Chile Asociados: Interlink Ass. INC., CEFOR S.A., Soc. Forestal Millalemu	FDI	FDI 334.610.000 Total 697.720.000	1999-2000	VI-X
18. Desarrollo de sistemas para lograr resistencia a enfermedades fungosas en vides	INIA Asociados: Fundación Chile, Interlink Biotechnologies Inc., Agrícola Brown Ltda.	FONDEF	205.000.000	1999-2001	RM
19. Caracterización molecular de aislamientos chilenos de plum pox virus (PPV) y transformación de prunus para introducir resistencia a PPV	INIA La Platina	FONDECYT	38.781.000	1999-2001	RM
20. Producción de vacunas de DNA para el tratamiento de enfermedades en el cultivo de salmónidos en Chile-desarrollo de vacuna para srs	Fundación Chile	FDI	FDI 220.600.000 Total 639.370.000	2000-2002	X-RM
21. Acido jasmónico y su rol en resistencia a patógenos vegetales: Evaluación del efecto de patógenos sobre plantas transgénicas con concentraciones modificadas de ácido jasmónico	Universidad Técnica Federico Santa María	FONDECYT	57.198.000	2000-2002	

Nombre Proyecto	Institución Ejecutante y Asociados	Entidad que Financia	Monto en Pesos	Período	Región
22. Identificación y caracterización de promotores de genes de vid para su potencial utilización en mejoramiento genético mediante transgenia	INIA La Platina	FONDECYT	38.595.000	2000-2003	
23. Obtención de Eucalyptus globulus elite tolerante a heladas	Universidad de la Frontera, Temuco	FDI	190.000.000	2001-2002	
24. Desarrollo de líneas transgénicas de vid con resistencia a enfermedades fungosas	INIA La Platina Asociados: Fundación Chile, Agrícola Brown Ltda., Biogenetics S.A.	FONDEF	208.000.000	2001-2004	RM
25. Estudio de la expresión global del genoma de Acidithiobacillus ferrooxidans (anteriormente llamado Thiobacillus ferrooxidans) usando «microarray» análisis	Universidad de Santiago de Chile, Fac. de Química y Biología Asociados: Universidad de Chile, Fac. de Medicina	FONDECYT	38.123.000	2001-2005	RM
26. Estudio de la expresión global del genoma de Acidithiobacillus ferrooxidans (anteriormente llamado Thiobacillus ferrooxidans) usando «microarray» análisis	Universidad de Santiago de Chile, Fac. de Química y Biología Asociados: Univ. of Chicago, Dept. of Microbiology & Immunology	FONDECYT	3.400.000	2001-2005	RM

Nombre Proyecto	Institución Ejecutante y Asociados	Entidad que Financia	Monto en Pesos	Período	Región
27. Aumento en la productividad en las plantaciones de <i>Eucalyptus globulus</i> en las Regiones IX y X para la obtención de árboles elite tolerantes a ataques de hongos defoliantes (<i>Mycosphaerella</i> spp)	Vitrogen S.A., Temuco	FDI	141.300.000	2002-2004	
28. Desarrollo de estrategia para conferir resistencia a enfermedades fúngicas en el género <i>Pinus</i> ssp, con énfasis en <i>Pinus radiata</i> n. Don	Fundación Chile	FDI	170.000.000	2002-2004	
29. Mejoramiento genético asistido por marcadores moleculares para la selección de variedades de papa con resistencia múltiple a nemátodo dorado y virus	INIA Remehue	FIA	FIA 119.898.365 Total 269.036.382	2002-2005	IV- VIII- X
30. Generación de un banco de genes de tolerancia a estrés abiótico obtenidos de plantas nativas utilizables en programas de mejoramiento genético vía transgenosis de variedades cultivables	Universidad de Talca Asociados: Bioplanet (Servicios Integrales en Biotecnología Ltda.)	FIA	FIA 125.048.866 Total 257.044.959	2002-2005	VII
31. Desarrollo de un sistema de trazabilidad molecular y de evaluación sobre la biodiversidad local de plantas modificadas genéticamente a través de transgenia	INIA La Platina	FIA	FIA 106.479.599 Total 179.988.726	2002-2005	V- VI- VII- VIII- IX- X- RM

Nombre Proyecto	Institución Ejecutante y Asociados	Entidad que Financia	Monto en Pesos	Período	Región
32. Integración de genes de lupino en el genoma del trigo, con potencial para movilizar el fósforo inorgánico retenido en los suelos del Centro Sur y Sur de Chile	INIA Carillanca Asociados: Universidad de Chile, Universidad de Concepción	FIA	FIA 128.253.338 Total 226.404.134	2002-2005	VIII-IX-RM
33. Aplicaciones biotecnológicas en el mejoramiento genético de especies de <i>Rhodophiala</i> chilena	Universidad de Talca, Universidad Austral de Chile	FIA	117.565.570	2002-2005	VII - X
34. Genómica funcional en nectarines: Plataforma para fomentar la competitividad de Chile en exportación de frutas	Universidad de Chile Asociados: INIA, Fundación Chile, Asociación de Exportadores de Chile, Fundación para el Desarrollo Frutícola	Programa Genoma Chile-FDI	Programa Genoma 670.085.000 Total 1.227.905.000	2002-2005	
35. Plataforma científico-tecnológica para el desarrollo de la genómica vegetal en Chile. Etapa I: genómica funcional en vid	Universidad Federico Santa María Asociados: U. de Chile, U. de Santiago, U. de Talca, INIA, Asociación de Exportadores de Chile, Fundación para el Desarrollo Frutícola, Fundación Chile	Programa Genoma Chile-FONDEF	Programa Genoma 973.044.000 Total 751.976.000		

Nombre Proyecto	Institución Ejecutante y Asociados	Entidad que Financia	Monto en Pesos	Período	Región
36. Estudios genómicos y de expresión genética en vides: respuesta a la infección viral y desarrollo de sistemas de diagnóstico	Pontificia Universidad Católica de Chile Asociados: U. de Chile, Fundación Ciencia para la Vida, Bios-Chile Ingeniería Genética S.A.	Programa Genoma Chile-FIA	Programa Genoma 647.391.000 Total 1.096.396.000	2002-2005	
37. Rol de tuft-1 durante la odontogénesis mediante anulación génica en ratón (knockout mouse)	Universidad de Chile, Facultad de Odontología	Universidad de Chile, DID ENL-2000/18	-	2002-2007	RM
38-41. Genómica para desarrollo de proyectos de biominería. 4 Proyectos	1) U. Católica del Norte, 2) U. Antofagasta, 3) U. Chile, 4) Consorcio de Universidades Japonesas	Programa Genoma Chile-Biosigma	710.000.000	2002-2004	
42. Laboratorio avanzado de animales genéticamente modificados	Centro de Estudios Científicos, Valdivia	Fundación Andes	-	2002	X

Tabla elaborada a base de diversas fuentes, entre ellas: Villalobos, FAO, FIA; CONICYT, INIA, CORFO, Biosigma, Codelco, Fundación Andes.

ANEXO 3

SEMINARIOS SOBRE TRANSGENICOS EN CHILE, PERIODO 1997-2002

1997

- Biotecnología en Chile, Oportunidades de Innovación Tecnológica. CamBioTec. Santiago. 1997.

1998

- Tecnología Ambiental, Biotecnología y Producción Limpia. INTEC. Santiago. 1998.

1999

- Seminario. Evaluación y Manejo de Riesgos de Productos Agro-Biotecnológicos. Introducción a la Comercialización de Productos Biotecnológicos Agrícolas. / Seminario Taller. Introducción a la Comercialización de Productos Biotecnológicos Agrícolas. / Taller. Discusión de una Estrategia para la Organización de una Comunidad Biotecnológica en Chile. SAG, CONICYT, CamBioTec. Patrocinan: Agencia de Cooperación Internacional Canadiense (CIDA), Ministerio de Agricultura, Ministerio de Salud, Comisión de Ciencia y Tecnología de Chile (CONICYT), Servicio Intermediario de Biotecnología (IBS-ISNAR), Asociación Nacional de Productores de Semillas (ANPROS), Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Fundación Chile, Embajada de Canadá en Chile. Santiago. Agosto, 1999.
- 1er Seminario Nacional. Aspectos Fitosanitarios y Genéticos de la Producción, Comercialización y Uso de Semillas en Chile. SOBITEC Harnois Chile. Patrocina: Sociedad Nacional de Agricultura, SAG, ANPROS. Santiago. Octubre, 1999.
- Taller. Transgénicos, Políticas, Posibilidades y Riesgos. INIA Carillanca. Temuco. Auspician: CONICYT, U.Talca, Procisur, FIA, U. de la Frontera. Noviembre, 1999.
- Seminario-Taller. Aplicaciones y Oportunidades de la Biotecnología en los Sectores Forestal, Acuícola, Agronegocios. CORFO, Fundación Chile. Concepción. Noviembre, 1999. www.funch.cl.
- Seminario. Transgenia. Sociedad Nacional de Agricultura. FISA Maipú. Santiago. Diciembre, 1999.

2000

- Mesa Redonda sobre Organismos Genéticamente Modificados por la Técnica del ADN Recombinante (Transgénicos). Comisión de Recursos Naturales, Bienes Nacionales y Medio Ambiente. Cámara de Diputados. Santiago. Marzo, 2000.
- Canadá-Chile: Investigación, Desarrollo y Comercialización. Fundación Chile, Ag-West Biotech Inc. Santiago. Marzo, 2000.
- Seminario Transgénicos en la Agricultura y el Consumo. I. Municipalidad de Rancagua. Rancagua. Mayo, 2000.

- Los Pesticidas y Transgénicos en la Agricultura Chilena. Gobierno Regional del Maule, Movimiento Agroecológico de América Latina y el Caribe. MAELA. Talca, Chile. 18 Agosto, 2000.
- Organismos Genéticamente Modificados: Definiciones, Alcances y Estado del Arte. Universidad de Chile. Universidad de Chile. Patrocinan: FAO, FIA, INIA, Redbio/Chile, Colegio de Ingenieros Agrónomos, IFOP. Colaboran: Ministerio de Agricultura, U. Austral de Chile, U. Católica de Valparaíso, SNA, Sociedad Agronómica de Chile, Asociación de Exportadores de Chile. Santiago. Agosto, 2000.
- Seminario. Efectos de los Alimentos GMO (Transgénicos) en la Salud Humana. Dr. Bruce Chassy. Fundación Chile. Santiago, Chile. 9 Noviembre, 2000.

2001

- Mecanismos de Regulación y Evaluación de Riesgos para la Liberación de Organismos Genéticamente Modificados. Fundación para la Innovación Agraria, FIA. Santiago. Agosto, 2001. (www.fia.cl).
- Biotecnología Agrícola; Percepción Pública y Desafíos Actuales. Fundación para la Innovación Agraria, FIA. Santiago. Agosto, 2001. (www.fia.cl).
- Dos encuentros nacionales en biotecnología. 2001. FIA. Olmue y Pto Montt (70).
- Seminario Taller. Aysén, por una Producción Limpia. SEREMI de Agricultura de la Región de Aysén y Comisión de Medio Ambiente y Bienes Nacionales del Senado. Coyhaique, Chile. Auspician: Aerocontinente, Friosur, ACHS, CODEFF, Entel, Alba Producciones, ECO Insumos, Agroinvest, Pesca Chile, Mininco, Asociación de Productores de Salmón y Trucha, Syntesis. Coyhaique. Abril, 2001.
- Taller Nacional sobre Soberanía Alimentaria en Chile y Taller Preparatorio para el Foro de Cuba . Sistemas Alimentarios Sustentables: Acceso y Gestión de los Recursos Naturales. Red Interamericana Agriculturas y Democracias, RIAD Chile. Convocan: Colectivo RIAD-Chile, Mucech, Campocoop, Anamuri, Confederación Nacional de Pescadores Artesanales de Chile (Conapach) (Foro Mundial de Pesca Artesanal), Consumers International, Organización de Consumidores y Usuarios de Chile (ODECU), Central Unitaria de Trabajadores (CUT - Departamento Campesino e Indígena). Santiago. Agosto, 2001.
- Taller Nacional: Gestión de la Bioseguridad. Tendencias en América Latina y Chile. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA y Subsecretaría de Agricultura. Santiago. Agosto, 2001.
- Comercialización de Productos Biotecnológicos Aplicados a la Agricultura y su impacto para América Latina. Organizan FAO, Fundación Chile. Santiago. Septiembre, 2001. (www.fundchile.cl).
- Alimentos Transgénicos, Etica, Ser Humano. Universidad de Arcis, Simbiosis, MIFAB. Santiago, Chile. 12 Septiembre, 2001.

- Seminario de Biotecnología. Biotecnología Agrícola: Hechos, Temores y Futuras Proyecciones. Oficina de Agregado Agrícola, Departamento de Agricultura de la Embajada de EE.UU. Patrocina Programa de Biotecnología Global en Mercados Emergentes del Departamento de Agricultura (USDA). Santiago. Octubre, 2001.
- Organismos Genéticamente Modificados: Su Impacto en la Agricultura de América Latina. CEPAL. Termas de Cauquenes, Chile. 20-22 Noviembre, 2001
- Agricultura Orgánica: Una Alternativa Libre de Transgénicos para la VIII Región. Fundación Sociedades Sustentables. Chillán, Chile. 27 Noviembre, 2001.
- Workshop Internacional en Biotecnología Marina y Genómica. Instituto Milenio de Biología Fundamental y Aplicada, Instituto de Biología Fundamental y Aplicada. 2001 (71).
- La Genómica del Mundo Vegetal. Instituto de Biología Vegetal y Biotecnología. Universidad de Talca. 2001 (71).

2002

- Seminario-Taller. Bioseguridad: Un Marco Jurídico para Chile. Centro de Derecho Ambiental Universidad de Chile, FIELD, Iniciativa Darwin para la Supervivencia de Especies. Santiago. 19-21 Marzo, 2002.
- Ecología, Evolución y Genómicas Funcionales: Cambios y Oportunidades para América Latina. Organiza Universidad de Chile. 25-27 Marzo, 2002.
- Desafíos y Oportunidades de la Investigación Genómica en Chile y América Latina. Universidad de Chile, Centro Milenio para Estudios en Ecología e Investigaciones en Biodiversidad, Instituto Milenio para Estudios en Biología Celular y Biotecnología, Núcleo Milenio en Biología de Desarrollo, Departamentos Biología y Ciencias Ecológicas U de Chile.. Santiago. 2002 (72).
- Gestión Ecológicamente Racional de la Biotecnología (Cap. 16). Seminario Evaluación Ciudadana de los Compromisos de Río 92: A 10 Años de la Cumbre de la Tierra. Programa Chile Sustentable. Santiago. Julio, 2002.
- Taller de Creación Participativa. Visión del Desarrollo de la Biotecnología. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Julio, 2002.
- Seminario Investigación y Desarrollo en Biotecnología Silvoagropecuaria: Situación Actual Chilena. Fundación para la Innovación Agraria, FIA. Santiago. Julio, 2002.
- Seminario Biotecnología. Fundación Chile y Subsecretaría de Economía. Santiago. Agosto, 2002.
- Seminario. Bases para una Política de Producción Transgénica en Chile. Comisión de Agricultura del Senado. Santiago. Julio, 2002.
- Seminario. Biotecnología y Percepción Pública. Embajada de EE.UU., Fundación Chile, International Life Science Institute (ILSI), Asociación Chilena de Periodistas Científicos (ACHIPEC). Santiago. Agosto, 2002.

- Seminario-Taller. En la Búsqueda de Opciones de Sustentabilidad Alimentario Productivas. Agenda Regional de la Araucanía Agra, Colegio de Nutricionistas de Chile, Consejo IX Región. Temuco. Septiembre, 2002.
- Seminario. La Biotecnología y su Impacto en la Industria Frutícola. Organizan: Asociación de Exportadores, Fundación para el Desarrollo Frutícola, Fundación para la Innovación Agraria (FIA).
- Panel Transgénicos. Primer Congreso de Estudiantes de Ciencia y Tecnología de los Alimentos Zona Central. Santiago. 13 Septiembre, 2002.
- Workshop. Organismos Genéticamente Modificados. Comercialización, Bioseguridad, Percepción Pública. Universidad de Chile, CamBioTec-Chile, OEA. Santiago. 21-23 Octubre, 2002.
- Seminario. Desarrollo de Plantas Transgénicas en La Platina. INIA La Platina. Santiago. 22 Noviembre, 2002
- Seminario. Biotecnología: Un Desafío Pendiente en la Araucanía. Gobierno Regional de la Araucanía. Temuco. 29 Noviembre, 2002.
- Seminario. Biotecnología y Producción Orgánica. FIA. Santiago. 16 Diciembre, 2002.

2004

- Congreso Mundial de Biotecnología. Concepción. Este congreso será organizado por el Gobierno de Chile en conjunto con la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI (72).
- 12th International Biotechnology Symposium and Exhibition. The World Congress on Biotechnology. Santiago, 17-22 Octubre, 2004 (71).

