

# Investigación biotecnológica en Chile orientada a la producción de organismos transgénicos

**María Isabel Manzur**

*Fundación Sociedades Sustentables*

**E**l objetivo de este artículo es presentar los resultados de un estudio sobre la investigación biotecnológica en Chile destinada a la producción de organismos transgénicos<sup>1</sup>. Entrega una visión crítica sobre las prioridades de investigación biotecnológica en Chile y propone líneas de investigación que apoyen el desarrollo sustentable del país (Manzur 2003a).

## RECUESTO HISTÓRICO DE LOS TRANSGÉNICOS EN CHILE

Haciendo un recuento histórico de la situación de los transgénicos en Chile, la investigación destinada a la creación de organismos transgénicos comenzó en Chile en 1989 y las primeras liberaciones comenzaron en 1992, con tomate y canola transgénica provenientes de semillas importadas (Manzur 2000a). Solo en 1993 se dictó la primera normativa del SAG sobre organismos transgénicos y en 1999 surgieron en Chile las primeras campañas ciudadanas de oposición a estos cultivos y alimentos, con la creación de la Red por un Chile Libre de Transgénicos. Entre las demandas de la Red estaba la necesidad de establecer una política país frente al tema.

El Ministerio de Agricultura, en su documento de Política de Estado para la Agricultura Chilena, para el período 2000-2010, avanza en una política sobre estos organismos, señalando la necesidad de la definición de una postura país frente a estos productos y de perfeccionar el actual sistema de regulación de los organismos genéticamente modificados (OGM), en productos agropecuarios y/o

alimentos. Señala además la necesidad de aunar criterios con los Ministerios de Salud y Economía respecto de autorizaciones, normas y sistemas de etiquetado (Ministerio de Agricultura 2000).

En un esfuerzo adicional, el Ministerio de Agricultura, llevó a cabo un proceso de consulta a los sectores productivos para conocer su posición respecto a la liberación y uso de OGM en el país en el año 2002. La mayoría de los sectores expresaron su deseo de mantener la actual situación y no aumentar la liberación de OGM en Chile, por temor a restricciones comerciales de los mercados de destino, especialmente la UE y Japón. Los sectores que apoyaron los transgénicos fueron la industria forestal (CORMA), productores de aves y cerdos, productores de semillas, IANSA (Industria Azucarera Nacional S.A.) –que fomenta la remolacha transgénica– y SOFOFA. Gran parte de los rubros agropecuarios de exportación se opusieron 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. A estos se han agregado el Consorcio de Agricultores del Sur, Fedeleche y los apicultores. El Ministerio, en consecuencia, declaró públicamente que basaría su política sobre transgénicos en la cautela y en la posición de menor costo frente a la disyuntiva Unión Europea/EE.UU., de tal manera de acceder a ambos mercados (*El Mercurio* 2002a).

Por su parte el Ministerio de Salud, frente a las demandas

1) Los transgénicos son organismos genéticamente modificados (OGM) a los cuales se les ha insertado genes foráneos de la misma u otra especie, y a aquellos a los que se ha alterado su genoma a través, por ejemplo, de silenciar o modificar la expresión de uno o varios de sus genes.

de la sociedad civil por un etiquetado obligatorio de los alimentos transgénicos, elaboró un documento donde reconoce la posibilidad de riesgos de los alimentos transgénicos a la salud humana y la necesidad de su etiquetado (Ministerio de Salud 2000). En consecuencia, en el año 2000 modificó el Reglamento Sanitario de los Alimentos (D.O.13 enero, 2000) donde señala que “La producción, distribución y comercialización de los alimentos y materias primas transgénicas, deberán ceñirse para su autorización a las normas técnicas que dicte el Ministerio de Salud. La autorización será otorgada mediante resolución por el Servicio de Salud competente”. Esto faculta a dicho Ministerio para evaluar, aprobar o rechazar los alimentos transgénicos caso a caso. También señala que las materias primas para elaborar fórmulas para lactantes y alimentos infantiles no deberán haber sido modificadas por medio de biotecnología. Estas regulaciones, que constituyeron un gran avance en pro de la salud y los derechos de los consumidores, nunca fueron implementadas. Es más, la resolución sobre alimentos infantiles fue recientemente modificada, permitiendo el uso de transgénicos en estos alimentos (DS N°115, 2003), en línea con la política del Ministerio de Economía (ver más adelante).

También el Ministerio de Salud elaboró una regulación para el etiquetado obligatorio de los alimentos transgénicos. La resolución señalaba que los alimentos transgénicos o que contengan algún ingrediente o aditivo de esta naturaleza, deberán obligatoriamente señalar esa condición en el rótulo. La consabida Resolución N° 293 del 26 de abril del 2000, firmada por la Ministra de Salud de la época y el Presidente Ricardo Lagos y aprobada por Contraloría, jamás se publicó en el Diario Oficial, debido a diversas presiones económicas.

Finalmente, la Subsecretaría de Economía, en el año 2001, comenzó a abordar el tema de la biotecnología y los organismos transgénicos, y a promover derechamente su desarrollo. Las razones de este Ministerio en priorizar este tema residen en el ámbito de la propiedad intelectual y de otorgarle valor a los recursos naturales.

En una charla en el año 2002, el Subsecretario de Economía dio a conocer parte de los fundamentos para fomentar un desarrollo biotecnológico en Chile. El actual Subsecretario señaló que EE.UU. y otros países industrializados exigen ampliación de los derechos de propiedad intelectual en los acuerdos comerciales, y que este fortalecimiento de las patentes no beneficia al país, pues estorba el desarrollo tecnológico nacional por hacer



**Existen fuertes presiones internacionales de los países productores de transgénicos y de sus compañías transnacionales de insertar sus productos y tecnologías en otros países.**

más difícil el acceso a productos y procesos tecnológicos patentados. El Subsecretario mencionó que tampoco se 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 y reconociendo que la economía de Chile depende mayormente de la exportación de recursos naturales, el Ministerio de Economía habría buscado fortalecer el gasto en investigación y desarrollo en el área de la biotecnología, dado que Chile posee ventajas gracias a una biodiversidad única y exclusiva, lo que permite fomentar el desarrollo biotecnológico y el patentamiento de las innovaciones (Díaz 2002). En esta línea el Ministerio decidió incentivar el desarrollo de la investigación biotecnológica nacional y la producción de organismos transgénicos.

Para esto el Ministerio de Economía desarrolló el

Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica 2001-2004 y constituyó una comisión presidencial para elaborar las bases de una estrategia país en materia de biotecnología y derechos de propiedad intelectual, que entregó su informe al Presidente de la República en julio de 2003 (CNDB 2003; Ministerio de Economía 2002). En base a estas recomendaciones y diversas consultas, la Subsecretaría lanzó una política nacional de biotecnología en noviembre de 2003 (Ministerio de Economía 2003).

## INVESTIGACIÓN BIOTECNOLÓGICA Y POLÍTICA BIOTECNOLÓGICA EN CHILE

### Programa de desarrollo e innovación tecnológica, 2001-2004<sup>2</sup>

Desde 1997 que se viene perfilando una política nacional de desarrollo de la biotecnología en Chile, promovida por el Ministerio de Agricultura, FAO y UNESCO. FAO dispuso especialistas para formular una propuesta para que el Gobierno de Chile cree un Programa Nacional de Desarrollo para la Biotecnología que permita

diversificar la producción, mejorar la calidad, aumentar su competitividad y otorgar valor a los productos básicos. Entre las áreas consideradas se encuentra la transgenia (Paredes y Muñoz 1997; Villalobos 1996; Gil e Irrazabal 1999; CNDB2002; Muñoz 1999; Bioplanet 2001a).

Esta iniciativa no prosperó, pero recientemente se gestó un nuevo Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica para el período 2001-2004, liderado por el Ministerio de Economía con apoyo del BID (Ministerio de Economía; FIA 2001a). A diferencia de los anteriores, este programa cuenta actualmente con un gran respaldo del gobierno, que 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 (CNDB2003; Ministerio de Economía 2002) al 1,2 % del PIB para el año 2006. El Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica tiene un financiamiento de 200 millones de dólares, aportando el Banco BID y el Gobierno de Chile 100 millones de dólares cada uno (Ministerio de Economía; FIA 2001a).

Las principales instituciones participantes incluyen a la Corporación de Fomento, CORFO, la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, CONICYT, y la Fundación para la Innovación Agraria, FIA (Ministerio de Economía; FIA 2001a). El objetivo del programa es contribuir al aumento de la competitividad de la economía chilena mediante el apoyo a la innovación y desarrollo tecnológico en áreas estratégicas. El fundamento sería que la base exportadora chilena se encuentra extremadamente concentrada en los sectores de recursos naturales, que en el largo plazo podría afectar negativamente las perspectivas de desarrollo del país. Plantea que el desafío para el sistema productivo y comercial de Chile, consistiría en desarrollar una estrategia que combine el incremento en la diversificación productiva y exportadora con la agregación de valor a los recursos naturales. Esta agregación de valor no consistiría en el desarrollo de productos manufacturados, sino en el desarrollo de productos biotecnológicos y transgénicos en los sectores forestal, agropecuario y acuícola (Ministerio de Economía; FIA 2001a).

### Iniciativa Genoma Chile

El Ministerio de Economía ha lanzado también la Iniciativa Genoma Chile, cuyo objetivo es permitir el

#### Resumen

*Este artículo nos presenta los resultados de un estudio sobre la investigación biotecnológica en Chile destinada a la producción de organismos transgénicos. Comienza con un recuento histórico acerca de la situación de los transgénicos en el país. Luego entrega una visión crítica sobre las prioridades de investigación biotecnológica en Chile, para lo cual analiza el Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica, la Iniciativa Genoma Chile y el quehacer de la Comisión Nacional para el Desarrollo de la Biotecnología, así como la Política Nacional de Biotecnología desarrollada a partir de las recomendaciones de dicha Comisión. Analiza también los aspectos legales y los impactos económicos y ambientales de los transgénicos, y propone líneas de investigación que apoyen el desarrollo sustentable del país. Recomienda, entre otras cosas, adoptar una moratoria a la liberación de transgénicos en Chile y establecer una política de bioseguridad que proteja al país de la entrada de estos productos.*

#### Abstract

*In this article we present the results of a study concerning biotechnology research in Chile aimed at the production of transgenic organisms. We begin by recounting the historical situation about transgenics in the country. Then we present a critical vision about the priorities for biotechnology research in Chile. This entails an analysis of the Program of Development and Technological Innovation, the Chilean Genome Initiative, as well as the National Biotechnology Policy developed in accordance with the recommendations of National Commission for the Development of Biotechnology. The legal aspects as well as the economic and environmental impacts of transgenics are also analyzed. Lines of research oriented toward the sustainable development of the country are proposed. We recommend, among other things, the adoption of a moratorium on the release of transgenics in Chile and the establishment of a bio-security policy that protects the country from the entrance of those products.*

2) Paredes y Muñoz 1997.

posicionamiento competitivo de los productos nacionales en el exterior a través de incorporar a Chile masiva y sistemáticamente en el desarrollo mundial en genómica<sup>3</sup>, proteómica<sup>4</sup> y bioinformática<sup>5</sup> en áreas relevantes de la economía nacional (Conicyt 2002 a,b; Bioplanet 2002a; PUC 2002a; FIA 2002; www.economia.cl; www.biotecnologia.gob.cl).

La Iniciativa Genoma Chile incluye los Programas de Recursos Naturales Renovables y Biominería. Ambos programas involucran el desarrollo de organismos transgénicos o modificados genéticamente.

El Programa de Recursos Naturales Renovables, por ejemplo, pretende mejorar la calidad de productos vegetales a través del estudio del genoma y su intervención (Biodiversidad 2000; PUC 2002b). En julio de 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 intentan 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, producción de uvas con resistencia a patógenos virales, y producción de duraznos y damascos más firmes y menos harinosos. Esto podría llevar a la producción de uvas y carozos modificados o transgénicos (Tabla 3) (Corfo 2002; Visión Universitaria 2002; Bioplanet 2002b).

El Programa de Biominería tiene el propósito de mejorar los procesos de biolixiviación bacteriana de minerales, y posicionarse como líder en esta materia en América Latina (Conicyt 2002b; Bioplanet 2001b; Visión Universitaria 2002; Areaminera 2002a,b,c; PUC 2002a; Biosigma 2002a,b; Biosigma 2003; Codelco 2003). Con



este objetivo, el gobierno convocó la constitución de un consorcio entre Codelco y Nippon Mining y Metals Co. Ltd. con sede en Japón. Este consorcio denominado BioSigma S.A. fue conformado en julio de 2002, y ha llamado a concurso para financiar iniciativas en este tema (Tabla 3). Del financiamiento de 5 millones de dólares, Codelco aporta 2 y la sociedad de inversiones aporta 3 millones. El programa está dirigido a optimizar los procesos actuales de biolixiviación bacteriana del cobre, incluido secuenciar el genoma de una bacteria o un grupo de ellas, para modificarla genéticamente y busca la producción de derechos de propiedad intelectual de tecnologías y procesos biológicos aplicables comercialmente (Bioplanet 2002a; Conicyt 2002b; Bioplanet 2001b; Visión Universitaria 2002; Areaminera 2002 a,b,c; PUC 2002 a; Biosigma 2002a,b; Biosigma 2003; Codelco 2003).

3) La genómica se refiere al estudio de todos los genes de una especie y de cómo interactúan entre sí. La ciencia genómica estructural trabaja en el mapeo y secuenciación de genes y es la base de todo el trabajo genómico. La genómica funcional implica la identificación de funciones de secuencias de genes. Es decir, identificar para qué codifican los genes y su función. La genómica es una continuación del trabajo desarrollado en ingeniería genética, pues intenta controlar la expresión de varios genes a la vez (Biodiversidad 2000, PUC. 2002b).

4) La ciencia proteómica, por otro lado, se refiere al estudio y análisis de las proteínas (Biodiversidad, 2000; PUC 2002b).

5) 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.

## Comisión Nacional para el Desarrollo de la Biotecnología (CNDB)<sup>6</sup>

En julio de 2002 comenzó a sesionar la CNDB, presidida por el Subsecretario de Economía, con el objetivo de mostrar una visión prospectiva sobre las tendencias e impactos del desarrollo de la biotecnología en Chile y elaborar una propuesta de lineamientos y acciones concretas que potencien la producción y uso de estas nuevas biotecnologías en el país (CNDB 2003; Ministerio de Economía 2002). La Comisión efectuó una consulta pública en octubre de 2002, donde las organizaciones interesadas pudieron presentar brevemente sus posturas (Manzur 2002a), ninguna de las cuales fue considerada en el informe final ([www.biotecnologia.gov.cl](http://www.biotecnologia.gov.cl); CNDB 2002).

En este informe se recomienda, entre otras cosas, ampliar la superficie de transgénicos en Chile en los sectores agrícola, forestal e hidrobiológico, permitir la producción de transgénicos para consumo nacional y solo establece un etiquetado nutricional a los alimentos transgénicos, lo que niega el derecho a los consumidores a una información veraz y oportuna de lo que consume y al rotulado obligatorio, como está establecido en la Ley del Consumidor. El informe tampoco estimó necesario una Ley de Bioseguridad, que permita establecer responsabilidades penales y civiles por un mal uso de los organismos transgénicos, sino que apunta a una modificación de reglamentos, que tienen menor categoría jurídica y pueden ser impugnados por otra ley (CNDB 2003; *El Mercurio* 2003c).

El informe tampoco consideró la necesidad de permitir el desarrollo de otros tipos de agricultura como la orgánica, limpia o convencional, o aquellas localidades y regiones cuya actividad económica se basa en la pureza del área como la XI Región, cuyo lema es "Aysén Reserva de Vida", donde existen acuerdos de producción limpia no transgénica. Tampoco considera la necesidad de un conocimiento público de los sitios de liberación de transgénicos y de ratificar el Protocolo de Bioseguridad<sup>7</sup> (CNDB 2003; *SciDev* 2003; *Las Últimas Noticias* 2003; *El Mercurio* 2003 a,b,c).

La Red por un Chile Libre de Transgénicos reaccionó en un comunicado de prensa señalando que la política nacional de transgénicos debe basarse en el principio

precautorio y en un proceso abierto y participativo que considere y respete los intereses legítimos de la ciudadanía, de los consumidores y de otros sectores productivos. Reitera los riesgos de estos cultivos y alimentos, cuyo comercio masivo está siendo promovido fuertemente a nivel mundial por compañías biotecnológicas transnacionales (Red por un Chile Libre de Transgénicos 2003a,b; *SciDev* 2003; *Las Últimas Noticias* 2003; *El Mercurio* 2003a,b,c).

## Política Nacional de Biotecnología

La Política Nacional de Biotecnología fue desarrollada a partir de las recomendaciones de la Comisión Nacional de Biotecnología, en consulta con parlamentarios y sector público, y fue lanzada en noviembre de 2003 (Ministerio de Economía 2003). Plantea aumentar los productos transgénicos en los sectores agrícola, forestal e hidrobiológico; permitir su producción y comercialización nacional; la elaboración de una Ley Marco de Biotecnología; la responsabilidad por daño y delito ambiental por contaminación genética; y el etiquetado nutricional de los alimentos transgénicos, en la medida que la modificación genética altere el contenido nutricional. Menciona además la necesidad de fomentar la creación de industrias biotecnológicas en Chile, atraer inversión extranjera e incentivar el patentamiento de las innovaciones a través de subsidios. También menciona un sistema de certificación de productos transgénicos para exportación que incluya mecanismos de trazabilidad en respuesta a las exigencias de las normas europeas sobre etiquetado y trazabilidad, y las nuevas regulaciones de bioterrorismo de EE.UU.

Esta política plantea un calendario de acciones en el corto plazo, estableciendo que la Ley Marco de Biotecnología debe ser presentada al Congreso por el Ministerio de Economía en diciembre de 2004. Sin embargo, también señala la elaboración de otras dos medidas regulatorias: una regulación sanitaria de autorización de eventos biotecnológicos de uso alimentario a ser desarrollada por el Ministerio de Salud con plazo de junio de 2004 y una regulación agraria para autorizar el cultivo de transgénicos en el país a ser desarrollada por el Ministerio de Agricultura también para junio de 2004 (Ministerio de Economía 2003).

6) La Comisión contó con la participación de científicos especializados en el área biotecnológica, empresarios de compañías biotecnológicas, parlamentarios, sacerdotes y funcionarios públicos. No fueron invitados los sectores más críticos como la agricultura orgánica, los sectores apícola, frutícola, vinícola, la pequeña agricultura, la pesca artesanal e instituciones de la sociedad civil a favor de la conservación de la biodiversidad y de protección de los consumidores.

7) Este Protocolo entró en vigencia en septiembre de 2003. Chile lo firmó en mayo de 2002.

En otras palabras, la agenda de esta Política Biotecnológica plantea la elaboración de simples regulaciones internas de los Ministerios de Salud y Agricultura con respecto a la liberación y el consumo de organismos transgénicos en Chile antes de la discusión de una Ley de Biotecnología en el Congreso. Esta Ley se discutiría, por lo tanto, ante hechos consumados y decisiones ya tomadas respecto a transgénicos, de acuerdo a esta Política Biotecnológica que lidera el Ministerio de Economía (Ministerio de Economía 2003; *Estrategia* 2004). Con el fin de facilitar esta agenda, el Ministerio de Salud, en noviembre de 2003, derogó la prohibición de ingredientes transgénicos en alimentos de niños (*Estrategia* 2003; *El Mercurio* 2003d). La Fundación Sociedades Sustentables denunció esta situación frente a algunos parlamentarios (Manzur 2004), ante lo cual el Ministerio de Agricultura ha anunciado que esperará la discusión de la Ley de Biotecnología en el Congreso antes de establecer modificaciones en la regulación de cultivos transgénicos para consumo nacional (*El Mercurio* 2004).



de Canadá, firmado en mayo de 1999 (Ministerio de Agricultura 1999), una Declaración de Intenciones en Biotecnología, con EE.UU., firmada en octubre de 1998 (Ministerio de Agricultura 1998), y un Acuerdo de Cooperación Científica y Tecnológica con la Comisión Europea, firmado en diciembre de 2001 (*El Mercurio* 2002b).

### Redes y organizaciones de fomento a la biotecnología

Existen varias redes de fomento a la biotecnología y la ingeniería genética que

operan en Chile. Entre ellas está la Red de Cooperación Técnica en Biotecnología Vegetal en América Latina y el Caribe (Redbio/FAO) que opera desde 1991 con el apoyo de la FAO ([www.rlc.fao.org](http://www.rlc.fao.org); FAO 2002; Bioplanet 2000a; Bioplanet 2001c,d; FIA 2001b). 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 OEA (Bioplanet 2000a). CamBioTec es una iniciativa entre Canadá y Latinoamérica en biotecnología. Inició sus actividades en 1995 y opera como una red internacional para la promoción de la biotecnología en las áreas agrícola y medio ambiente. El punto focal en Chile es CONICYT (Bioplanet 1999b; Bioplanet 2000a). Esta red ha promovido la biotecnología en Chile organizando seminarios 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 actividades de capacitación de funcionarios públicos de Chile en Canadá (Gil e Irarrázabal 1999; CNDB 2002; Bioplanet 2000a).

## INVESTIGACIÓN BIOTECNOLÓGICA EN CHILE

A continuación describimos el desarrollo de la investigación biotecnológica en Chile destinada a la producción de organismos transgénicos o genéticamente modificados, los principales centros de investigación, proyectos y recursos financieros destinados a esta actividad.

### Acuerdos de cooperación biotecnológica

Chile ha firmado varios acuerdos internacionales de cooperación biotecnológica donde se promueve el uso de organismos transgénicos. Entre los más importantes se encuentra el Memorándum de Cooperación en Biotecnología Agrícola con la Provincia de Saskatchewan

### Investigación biotecnológica en Chile

La investigación en biotecnología en Chile está menos desarrollada en comparación con Argentina y Brasil. Se realiza principalmente en universidades e institutos (Gil

e Irarrázabal 1999; CNDB 2003). Un reciente estudio señala que existen 4 ó 5 laboratorios que tendrían capacidad instalada para desarrollar plantas y animales transgénicos; los principales son el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), la P.U. Católica de Chile y la Facultad de Odontología de la U. de Chile (Espejo 2002). Por otra parte, son escasos los investigadores dedicados a biotecnología agrícola: de 60 investigadores en biotecnología, habría 4 dedicados a desarrollar organismos transgénicos para la agricultura en Chile (Muñoz 1999; Bioplanet 2001a; Espejo 2002).

En cuanto a detección e identificación de transgénicos, existen varios laboratorios con técnicas implementadas de biología molecular, entre ellos el SAG, INIA e INTA. Los laboratorios del INTA, del INIA, y aquellos de Genética Molecular Vegetal y de Bioquímica de la P.U. Católica de Chile, poseen la técnica del PCR (*Polymerase Chain Reaction*) para análisis cuantitativo de transgénicos (Espejo 2002).

La investigación en biotecnología en Chile se financia mayormente a través de varios fondos concursables que provienen del Estado, con una duración máxima de tres años<sup>8</sup>. Hay muy bajo cofinanciamiento por parte del sector productivo para proyectos biotecnológicos, pero el interés de este sector ha aumentado en el último tiempo (Bioplanet 2001 a; Corfo 2002; Visión Universitaria 2002; Bioplanet 2002b).

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. Con la promoción de proyectos en biotecnología en los últimos 10 años, se han creado alrededor de 30 compañías biotecnológicas, la mayoría pequeñas y con nexos con universidades (Gil e Irarrázabal, 1999). 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 usado como centro de evaluación y multiplicación de semillas (Gil e Irarrázabal 1999; Muñoz 1999; Villalobos 1995).

**Tabla 1.** Inversión en proyectos de transgenia en Chile (período 1989-2002)

Año	Nº proyectos transgenia	Monto (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
<b>TOTAL</b>	<b>42</b>	<b>6.660.549.738</b>

\*Un proyecto sin información sobre su financiamiento

Fuente: elaboración propia en base a información obtenida de los sitios web de los distintos fondos.

## PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN TRANSGENIA EN CHILE

Entre 1989 –año en que empiezan los proyectos de transgenia en Chile– y 2002 se habrían realizado un total de 42 proyectos de este tipo. El financiamiento de los proyectos ha aumentado significativamente en el curso de los años, alcanzando su máxima cifra en el 2002 (Tabla 1), reflejo del significativo impulso que el gobierno ha dado a esta actividad a través del Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica 2001-2004.

Los proyectos se han financiado mayormente por medios estatales, a través del sistema de fondos tecnológicos: FDI, FIA, FONDEF, FONDECYT, Programa Genoma Chile. De estos, el que más proyectos ha financiado ha sido FONDECYT (Tabla 2), mientras que el Programa Genoma Chile ha hecho aportes de mayor monto que los otros fondos estatales<sup>9</sup>.

8) Existen pocas o nulas fuentes de financiamiento para proyectos de largo plazo (Muñoz, 1999).

9) El año 2002 aportó con \$3.000.520.000, lo que supera largamente el aporte del resto de los fondos estatales en todos los años.

**Tabla 2. Fuentes de financiamiento para transgenia en Chile (período 1989 – 2002)**

Fondo	Monto en pesos	Número de 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	3.000.520.000	7
U. de Chile, DID	-	1
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
<b>Total</b>	<b>6.660.549.738</b>	<b>42</b>

(\*) Fundación Andes donó US\$ 6 millones al Centro de Estudios Científicos, de los cuales una cantidad que se desconoce será destinada a una facilidad transgénica (El Mostrador, 2002; Fundación Andes, 2002).

Organismos internacionales, tales como PNUD, CIP, UNESCO y fundaciones extranjeras como la Fundación McKnight, también han financiado proyectos de transgenia en Chile, aportando en conjunto alrededor del 3% (\$189 millones) del financiamiento total. Algunos proyectos de transgenia han sido financiados además por aportes de los organismos asociados al proyecto, datos que no pudieron ser considerados en este análisis pues en muchos casos la información no estuvo disponible.

Respecto a las instituciones ejecutoras de proyectos de transgenia en Chile, el INIA es el organismo más activo con 14 proyectos y con el mayor financiamiento entre 1989 y 2002, seguido de la P. U. Católica de Chile y la U. de Talca (Tabla 3).

En el campo de la transgénesis, el desarrollo 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. También existe evaluación en pruebas de campo y multiplicación de semillas transgénicas producidas fuera del país, debido a que Chile presenta ventajas fitosanitarias, de clima y de contra estación (Bioplanet 2001a). Por otra parte, se genera una gran cantidad de bacterias y levaduras genéticamente modificadas o transgénicas con fines de investigación en confinamiento en laboratorio y al menos 300 laboratorios producen en forma sistemática estos organismos (Espejo 2002). También hay generación de bacterias transgénicas para fines mineros de biolixiviación

de cobre (Leiva 1999; Gil e Irarrázabal 1999; CNDB 2002) y creación de ratones transgénicos para fines de salud dental (Bioplanet 1999 a; La Tercera 2002) (Tabla 3). En resumen, en Chile se estarían produciendo al menos 16 diferentes organismos modificados: 2 bacterias (*Erwinia* sp., *Thiobacillus ferrooxidans*), 11 cultivos (papa, maíz, tomate, caña de azúcar, vid, melón, manzano, trigo, duraznos, damascos, Prunus), 2 árboles (pino, eucalipto) y 1 animal (ratón).

## ASPECTOS LEGALES

La primera normativa específica respecto a transgénicos en Chile, fue la Resolución N° 1.927 de 1993 del SAG, actualizada por la N° 1.523 de 2001. Esta normativa autoriza en Chile la entrada de semillas transgénicas para multiplicación con fines de exportación y además permite la liberación al medio ambiente de organismos transgénicos desarrollados en el país para realizar pruebas de campo, multiplicar el material u otros propósitos según lo autorice el SAG. Esta nueva normativa que mayormente establece una regulación fitosanitaria de las semillas transgénicas, amplía las medidas de bioseguridad.

La liberación de organismos transgénicos en Chile se realiza aún sin estudio de impacto ambiental previo y en ausencia de estudios de campo para evaluar los impactos al medio ambiente. Tampoco se contemplan zonas excluyentes que permitan el desarrollo de la agricultura

**Tabla 3. Tipos de instituciones titulares y tipos de proyectos de transgenia en Chile**

Organismo Ejecutor	Monto (Pesos)	Nº Proyectos	Tipo de Proyectos
U. de Talca	278.247.436	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformación genética en maíz y caña de azúcar</li> <li>• Plantas Bt</li> <li>• Banco de genes de tolerancia a estrés abiótico</li> </ul>
U. Católica de Chile	1.069.498.000	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Papas transgénicas</li> <li>• Tomates transgénicos</li> <li>• Evaluación de soya transgénica</li> <li>• Estudios en <i>Erwinia</i> transgénica</li> <li>• Genómica de vides</li> </ul>
INIA	1.563.326.302	14	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Papas transgénicas resistentes a insectos, virus, bacterias patógenas, nemátodo dorado</li> <li>• Melones transgénicos resistentes a virus</li> <li>• Manzanos resistentes a hongos</li> <li>• Vides transgénicas resistentes a hongos</li> <li>• Prunus transgénicos resistentes a virus</li> <li>• Evaluación de transgenia en biodiversidad</li> <li>• Trigo transgénico</li> </ul>
U. de Chile	762.277.000	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ratones modificados genéticamente</li> <li>• Genómica en nectarines</li> </ul>
Fundación Chile	725.210.000	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pino transgénico resistente a polilla del brote</li> <li>• Vacunas de ADN para salmón</li> <li>• Pino transgénico resistente a hongos</li> </ul>
U. de Santiago de Chile	190.449.000	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios de genómica de bacteria <i>T. ferrooxidans</i></li> <li>• Creación de cepas transgénicas para mejoramiento de procesos de biolixiviación de cobre</li> </ul>
U.T. Federico Santa María	1.030.242.000	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantas transgénicas resistentes a patógenos</li> <li>• Genómica en vides</li> </ul>
U. de La Frontera	190.000.000	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eucaliptos transgénicos tolerantes a heladas</li> </ul>
Vitrogen S.A.	141.300.000	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eucaliptos transgénicos tolerantes a hongos defoliantes</li> </ul>
U. Católica del Norte, U. de Antofagasta, U. de Chile, Consortio de Universidades Japonesas	710.000.000	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genómica, proteómica y bioinformática minera</li> <li>• Generación de bacterias transgénicas para biolixiviación de cobre</li> </ul>
Centro de Estudios Científicos (Valdivia)	-	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio de animales genéticamente modificados</li> </ul>

orgánica y, por otra parte, la capacidad técnica y de fiscalización para garantizar el uso seguro de los transgénicos en el territorio es además muy escasa (Manzur 2000 a).

Chile ha firmado el Protocolo de Bioseguridad, pero aún no lo ratifica en el Congreso. En este contexto, desde noviembre de 2002, CONAMA está desarrollando el Proyecto UNEP - GEF "Desarrollo de un Marco Nacional de Bioseguridad para Chile" orientado a apoyar la preparación de un régimen nacional de bioseguridad en el marco del Protocolo de Bioseguridad.

## LIBERACIÓN DE TRANSGÉNICOS EN CHILE

Chile ha permitido la internación de material transgénico desde 1992 en adelante y la superficie sembrada en la

temporada 2002/2003 alcanzó a 11.000 ha. Se han liberado 12 distintos tipos de cultivos (tomate, canola, tabaco, trigo, remolacha, papa, melón, maravilla, zapallo, cartamo) y dos árboles (pino y eucalipto). El cultivo preponderante es maíz, con más del 95% de la superficie transgénica sembrada (Manzur 2000a).

## IMPACTOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES DE LOS ORGANISMOS TRANSGÉNICOS

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 aún no está plenamente resuelto. Conocemos que el mayor impacto de los cultivos transgénicos al medio ambiente es la contaminación hacia otras especies que es irreversible, pues los individuos contaminados se reproducen

y diseminan y son imposibles de erradicar. Existen varios ejemplos demostrados de flujo de polen hacia la misma u otras especies reportados en Altieri (1999) y Manzur (2000a, b y c).

La ingeniería genética podría afectar negativamente la biodiversidad agrícola, esto es, a las variedades tradicionales, especies endémicas y a los parientes silvestres de las variedades cultivadas por efecto de traspaso de genes. Este es el caso de la contaminación del maíz teosinte originario de México por variedades transgénicas de maíz (Quist y Chapela 2001). Ha habido además contaminación a cultivos orgánicos de maíz y soya en la región de Navarra, España (Biotech Activists 2002), y estudios de la Agencia Ambiental Europea concluyen que hay factibilidad de contaminación de cultivos transgénicos hacia cultivos convencionales en canola, maíz, remolacha, papas y frutales (Manzur 2001a, Manzur 2002a, Biotech Activists 2002, European Environment Agency 2002).

Otro impacto es la creación de supermalezas, en que el mismo cultivo se puede transformar en una maleza resistente a herbicida o traspasar el polen a especies emparentadas transformándolas en supermalezas difíciles de erradicar, lo que aumentará los costos de la agricultura. Esto ha ocurrido, por ejemplo, en el caso ryegrass y contaminación de genes de colza (raps) genéticamente modificada para tolerancia a herbicidas hacia sus parientes silvestres. También el polen transgénico ha contaminado la miel de abejas de panales cercanos (Manzur 2000 a,b; Gill 1995, Darmency 1994, Jorgensen y Andersen 1995, Mikkelsen *et al.* 1996).

Ha habido además contaminación de semillas convencionales con semillas transgénicas en siembras convencionales de colza, maíz, soya y algodón en miles de ha en Europa (López 2001). Por su parte, en EE.UU. se ha detectado por 3 años consecutivos contaminación de maíz convencional con granos de maíz transgénico Starlink prohibido para consumo humano (Manzur 2001 a,b). También se ha debido destruir un cultivo de soya convencional contaminada con maíz transgénico con genes para producir sustancias farmacéuticas (Manzur 2003b). Estos eventos hacen pensar que será muy difícil prevenir la contaminación de los cultivos transgénicos hacia predios vecinos de cultivos convencionales u orgánicos.

Otros impactos demostrados de los cultivos transgénicos son la contaminación del suelo y daño a especies no objetivo (Wolfenbarger y Phifer 2000; Manzur 2000 a, b,c).

Por lo tanto, la contaminación transgénica acarrea costos adicionales a la agricultura. Un informe de la Comisión Europea revela que todos los agricultores deberán enfrentar mayores costos de producción –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 (Kuepper 2002, Greenpeace 2002).

La revista *Nature Biotechnology*, de junio de 2002, menciona impactos económicos suscitados por la contaminación de cultivos transgénicos. El caso más costoso ha sido la contaminación del maíz transgénico Starlink en EE.UU. –prohibido para consumo humano–, que contaminó tortillas de maíz y granos el año 2000. Su retiro del mercado costó un billón de dólares (Manzur 2001a, Manzur 2002b, Smyth *et al.* 2002, Manzur 2003c). Por otra parte, 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 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 Canadá, estimado entre 100 y 200 mil dólares anuales. Es por esto que los agricultores orgánicos han llevado el conflicto contra las compañías biotecnológicas a la corte (Smyth *et al.* 2002).

## ANÁLISIS DE LA TRANSGENIA EN CHILE

A partir de la información expuesta anteriormente, se hace evidente que desde el año 2002 el Estado chileno ha efectuado un aporte significativo para fomentar la biotecnología en el país. La decisión de esta política de fomento se ha llevado a cabo de forma sectorial y poco participativa. La Comisión Nacional para el Desarrollo de la Biotecnología fue establecida para validar una política pro transgénica ya decidida con antelación por el Ministerio de Economía. Su programa de apoyo a la investigación biotecnológica transgénica comenzó en el año 2001 con proyectos de transgenia asignados el año 2002, antes que la Comisión de Biotecnología entregara su informe en julio de 2003, en base a la cual se desarrolló aceleradamente la política nacional de biotecnología presentada en noviembre del mismo año.

Es necesario constatar que existen fuertes presiones internacionales de los países productores de transgénicos y de sus compañías transnacionales de insertar sus productos y tecnologías en otros países. Los procesos de adopción de biotecnología agrícola están siendo además apoyados por organismos internacionales como FAO, CambioTec y ONUDI, así como por países como EE.UU. y Canadá. En este contexto, es interesante destacar que la CEPAL ha sido bastante más crítica que la FAO frente a la biotecnología agrícola, reconociendo en los documentos que ha publicado sobre el tema, los riesgos ambientales de estos cultivos, el problema de las patentes, la dependencia de insumos externos, la erosión genética y advirtiendo que esta tecnología no necesariamente trae más beneficios económicos asociados (Schaper 2001, Schaper y Parada 2001).

La apuesta a futuro del Ministerio de Economía de fomento a la investigación biotecnológica patentada, implica entrar a 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 (Biodiversidad 2000).

Por otra parte, la recomendación de promover el desarrollo de industrias biotecnológicas nacionales no deja de ser incierta. Al respecto, 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 con 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. Esto se debe a que deben asumir una inversión y riesgos sin precedentes, con inciertas garantías de beneficios, pues la

**El mayor desarrollo de la transgenia en Chile podría traer costos económicos y ambientales, pues se requieren de mayores medidas de bioseguridad y mayor capacidad técnica y de fiscalización que el país no posee.**

oposición de los consumidores a estos cultivos continúa firme (Manzur 2002c; Genet News 2002 a,b; Brokkings Institution 2002; San Francisco Chronicle 2002).

Además, la potencial ampliación de la superficie de transgénicos facilitará la entrada y aceptación de productos biotecnológicos foráneos, como alimentos y semillas transgénicas y tecnologías asociadas de alto costo (La Segunda 2003) por estar

patentadas, lo que aumenta el beneficio de las grandes compañías que fomentan este comercio.

La economía de Chile depende en gran medida de la exportación de recursos naturales, con poco valor agregado. La solución lógica sería la agregación de valor industrial por medio del fomento de materias primas elaboradas, desarrollo de especialidades en base a nuestros recursos genéticos únicos y exclusivos o fomento de actividades de turismo ecológico. La estrategia, sin embargo, ha sido otorgar valor a los recursos naturales a través de su transformación genética, y creación de organismos transgénicos. De esta manera, el país una vez más evade implementar acciones para un manejo sustentable de los recursos naturales.

La creación de nuevos organismos transgénicos en Chile es preocupante. La creación y pruebas de campo de papas transgénicas en la X Región podría, por ejemplo, afectar variedades nativas de Chiloé, que es un centro de origen de la papa con alrededor de 300 variedades, de las cuales unas 150 están en uso<sup>10</sup>. 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. Tampoco se pretende efectuar pruebas de su seguridad al consumo humano.

En cuanto a árboles transgénicos, Chile podría ser el primer país en llegar al mercado con un pino transgénico resistente a la polilla del brote, que podría estar listo para el 2008. Genfor es considerada como la empresa biotecnológica más importante en el ámbito forestal en América Latina y podría liderar la producción de árboles transgénicos, así como ser plataforma para el abastecimiento de material genético forestal y asesorías a otros países de la región

10) A. Contreras, comunicación personal

(Fundación Chile 2002 a,b; Bioplanet 2000b; Lignum 2001; Chile Forestal 1999 a,b; Fundación Chile 2002b; Jordán 2000). El polen del pino podría viajar a 600 km de la fuente contaminando pinos convencionales y dando origen a otros pinos transgénicos por semilla (Manzur 2000b).

Por su parte, la empresa Biosigma podría llevar al país a constituirse en líder en América Latina en biotecnologías de biolixiviación bacteriana de cobre y otros 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. Se desconocen los impactos al medio ambiente de estas tecnologías.

También es lamentable notar que las iniciativas aprobadas del Proyecto Genoma Chile del año 2002 van enfocadas a la genómica funcional en frutas de exportación como vides, nectarines y uvas Cabernet Sauvignon para vino. La creación y producción de frutas transgénicas o modificadas genéticamente, 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 de los sectores de productores de frutas y vinos chilenos que temen ver perjudicadas sus exportaciones.

Por otra parte, la expansión de la producción de organismos transgénicos podría afectar profundamente el desarrollo de la agricultura orgánica, que actualmente está centrada en la producción de frutas y hortalizas de exportación, especialmente 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 está destinado a mercados de la UE y Japón, que tienen fuertes restricciones a la entrada de transgénicos (Ceroni 2002).

Por esto deducimos que el mayor desarrollo de la transgenia en Chile podría traer costos económicos y ambientales, pues se requieren de mayores medidas de bioseguridad y mayor capacidad técnica y de fiscalización que el país no posee. Esto arriesga la pérdida de mercados, especialmente de la UE y Japón, cuyos consumidores rechazan fuertemente los productos transgénicos (Manzur 2003b; Manzur 1999). En este sentido, dado que la UE ha aprobado en el 2003 estrictas reglas de etiquetado y trazabilidad de productos importados (Manzur 2003 b,c), Chile tendrá que adherir a ellas si desea comercializar sus productos en dicho mercado.

También esto podría significar mayores costos en la producción orgánica y convencional, tales como modificar las prácticas agrícolas, muestreos, segregación, etiquetado y aumento en las primas de seguros, entre otros. Existe finalmente un efecto sombra, que implica que la producción de un producto transgénico podría afectar la comercialización de otros productos distintos, pues se cataloga al país como de producción transgénica, bajando la confiabilidad y debiendo los exportadores cumplir las mismas exigencias de etiquetado y trazabilidad que los productos transgénicos requieren, lo que afectará los costos de producción convencional y orgánica.


## CONCLUSIONES

La Fundación Sociedades Sustentables estima que es importante adoptar una moratoria a la liberación de árboles, cultivos y organismos transgénicos en Chile y establecer una política en forma participativa y normativas claras de bioseguridad que protejan al país de la entrada de estos productos. De aceptarse una producción y comercialización nacional de este tipo de cultivos, la autoridad debería establecer una fuerte capacidad técnica y de fiscalización en marcha que garantice que los cultivos transgénicos no tengan impactos sobre otros cultivos, el medio ambiente o la salud, aunque sabemos es prácticamente imposible impedir el flujo de polen por el viento y las abejas hacia otros cultivos. También es necesario realizar estudios caso a caso de los impactos de los alimentos transgénicos a la salud humana, así como exigir un etiquetado obligatorio de todos estos alimentos como medida mínima de resguardo del derecho de los consumidores a una información veraz y oportuna sobre los productos que consumen.

Es interesante en este contexto mencionar la experiencia 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 ha estado produciendo excedentes de alimentos, a través de promover la biodiversidad y densidad 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 biotecnológica industrializada como la única solución para su desarrollo (Manzur 2002c).

Por esto, recomendamos que en vez de priorizar el desarrollo biotecnológico de Chile enfocado a ciencias no probadas, inciertas, poco éticas que incluyen patentes

sobre seres vivos y genes, que requieren inversiones prohibitivas para los países en desarrollo y solo apoyan los intereses económicos de empresas transnacionales, 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 de sus consumidores que rechazan cada vez más los transgénicos y están dispuestos a pagar más por productos orgánicos (Manzur 2002a).

A nuestro juicio, sería importante promover una investigación que considere los conocimientos y tecnologías tradicionales, el rescate, uso y valoración de variedades antiguas localmente adaptadas, el mejoramiento convencional de cultivos en base a nuestros recursos genéticos, la producción de semillas, domesticación y propagación de especies silvestres de interés comercial (plantas ornamentales, medicinales, hongos, colorantes, recursos hidrobiológicos, etc.), biotecnologías para la producción limpia y para el uso sustentable de los recursos naturales, todo lo cual apoya nuestra seguridad alimentaria (Manzur 2002a). 

### Referencias bibliográficas

**Altieri, M.** (1999) The environmental risks of transgenic crops: An agroecological assessment. Department of Environmental Science, Policy, University of California, Berkeley.

**Areaminera** (2002a) Codelco coopera con desarrollo biotecnológico. 2 de agosto, 2002. [www.areaminera.com](http://www.areaminera.com).

**Areaminera** (2002b) Biolixiviación será realidad el próximo año. 2 de agosto, 2002. [www.areaminera.com](http://www.areaminera.com).

**Areaminera** (2002c) Biosigma S.A. Codelco y Nippon Mining crean empresa biotecnológica. 2 de agosto, 2002. [www.areaminera.com](http://www.areaminera.com).

**Biodiversidad** (2000) La ciencia genómica: Hacia el control total sobre los cultivos. Biodiversidad N° 24, julio 2000. GRAIN.

**Bioplanet** (1999a) Soñando con la tercera dentición. [www.bioplanet.net](http://www.bioplanet.net).

**Bioplanet** (1999b) Cambiotec. Biotecnología al servicio del desarrollo sustentable. N°1. Sept./Oct. 1999.

**Bioplanet** (2000a) Biotecnología en la red de redes. Bioplanet N° 3. En./Feb. 2000.

**Bioplanet** (2000b) El Futuro de la industria forestal hoy. Bioplanet N°3. En./Feb. 2000.

**Bioplanet** (2001a) Biotecnología en el desarrollo agrícola de Chile: Un desafío para el sector investigador. Bioplanet N°3. Mar./Abr. 2001.

**Bioplanet** (2001b) Gobierno chileno y Codelco unen esfuerzos en programa de biominería. Bioplanet N°13. Sept./Oct. 2001. /

**Bioplanet** (2001c) FIA será filial chilena de Redbio Internacional. Bioplanet N° 12. Jul./Ago. 2001

**Bioplanet** (2001d) Encuentro Redbio Chile 2001. Bioplanet N° 13. Sept./Oct. 2001.

**Bioplanet** (2002a) Cuando la ciencia es un bien. Bioplanet N°15. En/ Feb. 2002.

**Bioplanet** (2002b) Red Genómica Vegetal. Frutas chilenas con valor agregado. Bioplanet N° 18. Jul./Ag. 2002.

**Biosigma** (2002a) First call for projects in biotechnology for the mining industry. [www.biosigma.cl](http://www.biosigma.cl).

**Biosigma** (2002b) Codelco and Nippon Mining & Metals Ltd. [www.biosigma.cl](http://www.biosigma.cl).

**Biosigma** (2003) Biosigma S.A. selected four projects in the first open call for research projects in biotechnology for mining. [www.biosigma.cl](http://www.biosigma.cl).

**Biotech Activists** 24 Mar, (2002).

**Brookings Institution** (2002) Signs of Life: The Growth of Biotechnology Centers in the US. [www.brook.edu](http://www.brook.edu).

**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.

**Codelco** (2003) Biosigma selecciona primeros proyectos de biotecnología para la minería. [www.codelco.com](http://www.codelco.com).

**Comisión Nacional para el Desarrollo de la Biotecnología** (2002) Informe de Avance N° 2. Santiago. Noviembre, 2002.

**Comisión Nacional para el Desarrollo de la Biotecnología (CNDB)**. (2003) Informe al Presidente de la República. Julio, 2003. [www.biotecnologia.gob.cl](http://www.biotecnologia.gob.cl).

**Conicyt** (2002a) Iniciativa Genoma Chile. Conicyt, Ministerio de Economía, CORFO, FIA. [www.conicyt.cl](http://www.conicyt.cl).

**Conicyt** (2002b) La Iniciativa Genoma Chile. Una apuesta de vanguardia. Revista Conicyt N° 58. Abril, 2002. [www.conicyt.cl](http://www.conicyt.cl).

**Corfo**. (2002) 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.

**Chile Forestal** (1999a) Los Dolly Forestales. Chile Forestal. Jul. 1999.

**Chile Forestal** (1999b) Incubando la competitividad. Chile Forestal. Sept. 1999.

**Darmency, H.** (1994) The impact of hybrids between genetically modified crop plants and their related species: introgression and weediness. *Molecular Biology* 3: 37-40.

**Díaz, A.** (2002) Exposición 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.

- El Mercurio* (2002a) Revista del Campo. 29 Julio, 2002.
- El Mercurio* (2002b) La Unión Europea fija programa en investigación científica. Noticias EMOL. 20 de Mayo, 2002.
- El Mercurio* (2003a) Alimentos Transgénicos: Un debate genéticamente modificado. 25 Junio, 2003.
- El Mercurio* (2003b) Comisión Biotecnológica. Organismos genéticamente modificados. A un paso del cultivo. Revista del Campo. 3 Febrero, 2003.
- El Mercurio* (2003c) Transgénicos, Una jugada estratégica. Revista del Campo. 14 Julio, 2003.
- El Mercurio* (2003d) Transgénicos para guaguas. 15 Diciembre, 2003.
- El Mercurio* (2004) Arturo Barrera y la decisión de cultivar transgénicos: Tarea para el Congreso. Revista del Campo. 31 Mayo, 2004.
- El Mostrador* (2002) Donan 6 millones al Centro de Estudios Científicos. www.elmostrador.cl. 15 Noviembre, 2002.
- Espejo, R.** (2002) Experiencia chilena en biotecnología moderna. En Seminario. Bioseguridad: Un Marco Jurídico para Chile. Centro de Derecho Ambiental. U. de Chile. Marzo 2002.
- Estrategia** (2003) Lactantes y Transgénicos. 16 Diciembre, 2003.
- Estrategia** (2004) OGMS Hechos Consumados. Estrategia, 19 Abril, 2004.
- European Environment Agency** (2002) Genetically modified organisms (GMOs): The significance of gene flow through pollen transfer. Copenhagen. www.eea.eu.int.
- FAO** (2002) REDBIO/FAO.
- FIA** (2001a) FIA abre concurso para proyectos en biotecnología. 20 Junio, 2001. www.fia.cl.
- FIA** (2001b) Fundación Redbio Chile, Una estrategia de cooperación en biotecnología agropecuaria. www.redbiochile@fia.gob.cl.
- FIA** (2002) 1ª Convocatoria del programa en recursos naturales renovables. Iniciativa Genoma Chile. Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica. Gobierno de Chile. www.fia.cl.
- Fundación Andes** (2002) Fundación Andes entrega la mayor donación privada en la historia de las ciencias en Chile. www.fundacionandes.cl. 19 Noviembre, 2002.
- Fundación Chile** (2002a) Firman acuerdos comerciales para empresa Genfor en biotecnología. www.fundchile.cl.
- Fundación Chile** (2002b) Novedades. www.funchile.cl.
- Genet News** (2002a) The Growth of Biotechnology Centers in the US. 24 Jun. 2002. www.brook.edu.
- Genet News** (2002b) Genomic sector has fired more than 1.500 staff since January 2001. 12 Jul. 2002. GenomeWeb. www.genomeweb.com.
- Gil, L. y C. Irrazábal** (1999) Estado actual de la biotecnología en Chile. En: Gil, L. y C. Irrazábal (Eds). Biotecnología en Chile. CamBioTec. Impresos Universitaria. Santiago. 137 pp.
- Gill, D.S.** (1995). Development of herbicide resistance in annual ryegrass populations in the cropping belt of western Australia. Australian Journal of Exp. Agriculture 3: 67-72.
- Greenpeace** (2002). Genetic Engineering Press Release. EU suppresses study showing genetically engineered crops add high costs for all farmers and threaten organic. 16 Mayo, 2002. Brussels, Belgium. www.greenpeace.org.
- Jordán, G.** (2000). Formación de Alianzas para el desarrollo de productos agrobiotecnológicos en Chile. En: Gil, L. y C. Irrazábal (Eds). Organismos Genéticamente Modificados. Andros Impresores Ltda. Santiago.
- Jorgensen, R y B. Andersen.** (1995). Spontaneous hybridization between oilseed rape (Brassica napus) and weed Brassica campestris: a risk of growing genetically engineered modified oilseed rape. American Journal of Botany 81:1620-1626. (35) Kuepper, Barbara. 16 Jun. 2002.
- La Segunda** (2003). Biotecnología, el negocio que está de moda... los chilenos que ya están apostando. 25 Abril, 2003.
- La Tercera** (2002). Chile crea el primer ratón transgénico de Sudamérica. La Tercera. 18 Mayo, 2002.
- Las Últimas Noticias** (2003). Carta contra los transgénicos. 1 Octubre, 2003.
- Leiva, H.** (1999). Biotecnología y minería en Chile: Biolixiviación de metales. En: Gil, L. y C. Irrazábal (Eds). Biotecnología en Chile. CamBioTec. Impresos Universitaria. Santiago. 137 pp.
- Lignum** (2001). Biotecnología empieza a cambiar el rumbo de los negocios forestales. Lignum. Feb-Mar. 2001.
- López Villar, Juan** (2001). GMO contamination around the world. Friends of the Earth International. www.foe.org.
- Manzur, M.I.** (1999). Boletín de Actualidad sobre Transgénicos N° 1. Noviembre, (1999). Fundación Sociedades Sustentables. www.chilesustentable.net.
- Manzur, M.I.** (2000a). Biotecnología y Bioseguridad. La Situación de los Transgénicos en Chile. Fundación Sociedades Sustentables. Santiago. 42pp/
- Manzur, M.I.** (2000b). Biotecnología en el Sector Forestal de Chile. Fundación Sociedades Sustentables. Santiago.
- Manzur, M.I.** (2000c). Organismos Genéticamente Modificados. Contexto Global y la Situación en Chile. Ambiente y Desarrollo 16(1,2):48-55.
- Manzur, M.I.** (2001a). Boletín de Actualidad sobre Transgénicos N° 8. Diciembre, 2001. Fundación Sociedades Sustentables. www.chilesustentable.net.
- Manzur, M.I.** (2001b). Boletín de Actualidad sobre Transgénicos N° 7. Agosto, 2001. Fundación Sociedades Sustentables. www.chilesustentable.net.
- Manzur, M.I.** (2002a). Comentarios de la Fundación Sociedades Sustentables a la Comisión Nacional para el Desarrollo de la Biotecnología. Comisión Nacional para el Desarrollo de la Biotecnología. 7 Octubre, 2002. Santiago.

- Manzur, M.I.** (2002b) Boletín de Actualidad sobre Transgénicos N° 9. Abril, 2002. Fundación Sociedades Sustentables. [www.chilesustentable.net](http://www.chilesustentable.net).
- Manzur, M.I.** (2002c) Boletín de Actualidad sobre Transgénicos N° 10. Septiembre, 2002. Fundación Sociedades Sustentables. [www.chilesustentable.net](http://www.chilesustentable.net).
- Manzur, M.I.** (2003a) Investigación Biotecnológica en Chile Orientada a la producción de Transgénicos. Fundación Sociedades Sustentables. Santiago.
- Manzur, M.I.** (2003b) Boletín de Actualidad sobre Transgénicos N° 11. Abril, 2003. Fundación Sociedades Sustentables. [www.chilesustentable.net](http://www.chilesustentable.net).
- Manzur, M.I.** (2003c) Boletín de Actualidad sobre Transgénicos N° 12. Agosto, 2003. Fundación Sociedades Sustentables. [www.chilesustentable.net](http://www.chilesustentable.net).
- Manzur, M. I.** (2004) Presentación de la Fundación Sociedades Sustentables a la Comisión de Medio Ambiente del Senado en relación al proceso de la Ley de Biotecnología. Santiago.
- Mikkelsen, T. et al.** (1996) The risk of crop transgene spread. *Nature* 380:31.
- Ministerio de Agricultura** (1998) Anexo N° 9. Declaraciones de Intenciones. Biotecnología. entre el Ministerio de Agricultura de la República de Chile y el Departamento de Agricultura de los EE.UU. 13 Octubre, 1998.
- Ministerio de Agricultura** (1999) Memorandum 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.
- Ministerio de Agricultura** (2000) Una Política de Estado para la Agricultura Chilena. Periodo 2000-2010. Gobierno de Chile. 140 pp.
- Ministerio de Economía** Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica (CH-0160).
- Ministerio de Economía** (2002) Chile hacia la economía del conocimiento. Inició sus sesiones la Comisión Presidencial de Biotecnología. Santiago. 24 Julio, 2002. [www.economia.cl](http://www.economia.cl).
- Ministerio de Economía** (2003) Chile: La Biotecnología como Herramienta para el Desarrollo y el Bienestar. Política Nacional para el Desarrollo de la Biotecnología. Noviembre de 2003. [www.economia.cl](http://www.economia.cl).
- Ministerio de Salud** (2000) Informe Alimentos Transgénicos. División de Salud Ambiental.
- Muñoz, C.** (1999) Perspectivas de la biotecnología agrícola en Chile. En: Gil, L. y C. Irrazábal (Eds). *Biotecnología en Chile*. CamBioTec. Impresos Universitaria. Santiago. 137 pp.
- 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.
- Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC)** (2002a) Iniciativa Genoma Chile. Centro de Genómica y Bioinformática. [www.cgb.cl](http://www.cgb.cl).
- Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC)** (2002b) Centro de Genómica y Bioinformática: Un apoyo a la investigación científica. Centro de Genómica y Bioinformática. [www.cgb.cl](http://www.cgb.cl).
- Quist, D. y H. Chapela** (2001) Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico. *Nature* 414:541-543. [www.nature.com](http://www.nature.com).
- Red por un Chile Libre de Transgénicos** (2003a) Red por un Chile Libre de Transgénicos rechaza informe de la Comisión Nacional de Biotecnología. Comunicado de Prensa. Junio, 2003.
- Red por un Chile Libre de Transgénicos** (2003b) Red por un Chile Libre de Transgénicos entrega carta al Presidente donde expresa su rechazo al Informe de la Comisión de Biotecnología y la ampliación de la superficie de transgénicos. Comunicado de Prensa. Octubre, 2003.
- San Francisco Chronicle** (2002) States, cities try to lure biotechnology companies. *San Francisco Chronicle*. 10/6/2002. [www.sfgate.com](http://www.sfgate.com).
- 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.
- SciDev** (2003) Septiembre. [www.scidev.net](http://www.scidev.net).
- Smyth, S., G.G. Khachatourians y P.W. Phillips** (2002) Liabilities and economies of transgenic crops. *Nature Biotechnology* 20: 537-541.
- Villalobos, H.** (1995) La Biotecnología Vegetal en Chile. Análisis de sus oportunidades y limitaciones. FAO. Santiago.
- Villalobos, C.** (1996) Propuesta del Programa Nacional de Biotecnología Agrícola y Forestal de Chile. FAO. 124 pp.
- Visión Universitaria** (2002) El Programa Genoma en recursos naturales selecciona un proyecto de la UC. P.U. Católica de Chile. *Visión Universitaria* N° 104. Julio 2002.
- Wolfenbarger L.L. y P.R. Phifer** (2000) *Science* 290, 15 Diciembre. [www.sciencemag.org](http://www.sciencemag.org).

## Un contexto para discutir sobre transgénicos y biotecnología

Comentario de **Flavia Liberona**

*Bióloga P.U.C., Coordinadora de la Alianza Aysén Reserva de Vida y socia fundadora de Parques para Chile*

El artículo escrito por María Isabel Manzur entrega información sobre el estado de la investigación biotecnológica que se realiza en Chile y la política biotecnológica asumida por el actual gobierno. Siendo este artículo un gran aporte, pues ordena la poca información pública existente, resulta complejo de utilizar para la mayoría de las personas que no están familiarizadas con el tema.

La palabra *transgénicos* se ha vuelto frecuente. Sin embargo, la mayoría de los ciudadanos, profesionales, políticos e incluso científicos no tiene un conocimiento acabado sobre qué son los transgénicos y/o no tiene una visión de lo complejo que puede resultar este tema. En general existe la tendencia a discutir y analizar casos, cifras y ejemplos, pero no se aborda el tema desde distintos ángulos con el objetivo de generar una visión de sus implicancias. Opinar sobre biotecnología y transgenia no es simple, puesto que se requiere contar con un mínimo nivel de formación científica, tanto en el campo de la ecología como de la biología celular, y sobre todo mucho sentido común.

Es por eso que considero necesario establecer un contexto, un marco de referencia conceptual desde donde efectuar mi análisis y comentario.

En este sentido, una forma fácil para abordar el tema es la teoría de sistemas, por ser simple, de rápida comprensión, muy utilizada y aceptada tanto para el análisis de sistemas vivos como para organizaciones humanas. La teoría de sistemas se fundamenta en el sentido común, en la comprensión del todo y no de sus partes, por tanto, el todo es más que la suma de las partes. Las propiedades "sistémicas" son propiedades del conjunto, que ninguna de las partes tiene por sí sola.

Si tomamos cualquier sistema vivo, cualquier organismo, sus propiedades no pueden ser aisladas, es decir, las propiedades del todo no se conservan en cada una de las partes. Si fragmentamos un ser humano, ¿dónde encontramos el pensamiento? De forma inversa podemos decir que la intervención, manipulación o cambio que hagamos en un componente de un sistema irremediablemente tendrá repercusiones en el resto del mismo.

Por otra parte, la teoría de sistemas nos permite definir nuestro "sistema de observación" y, por tanto, podemos focalizar la atención en distintos niveles sistémicos o de observación. Por ejemplo, respecto a los seres vivos podemos definir si estudiaremos un ecosistema, un organismo, un sistema fisiológico (circulatorio, locomotor, etc.), un órgano, una célula o su genoma. Pero siempre debemos tener presente que son distintos niveles de sistemas que están integrados unos dentro de otros e interconectados.

Si aceptamos esta premisa, para el caso de los transgénicos podemos fijar nuestro sistema en el genoma de una especie, entendiendo que el genoma es el conjunto de todos los genes de un organismo almacenados en su ADN o material genético, según sea el tipo de organismo. Pero el "sistema genoma" de un individuo no es idéntico al de otro de la misma especie y se relaciona con otros sistemas, por ejemplo la célula en la que se encuentra.

Otro elemento importante es el concepto de biotecnología. La biotecnología es un concepto amplio que corresponde a toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos, organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos en usos específicos, por tanto es un concepto más amplio que la transgenia, la ingeniería genética o la manipulación genética. Esto muchas veces induce a error, puesto que actualmente cuando se habla de biotecnología se hace referencia a aplicaciones o intervenciones en los genes de sistemas vivos. Pero la biotecnología tradicional es más que eso: por ejemplo, la elaboración de quesos y vinos se hace tradicionalmente a través de procesos biotecnológicos.

La transgénesis es el conjunto de procesos que permiten la transferencia de un gen (que se convierte en transgén) a un organismo receptor (llamado transgénico), que generalmente puede transmitirlo a su descendencia. Esta técnica permite la asociación de genes que no existe en la naturaleza, saltándose las barreras entre especies e incluso entre reinos.

Las técnicas de transgenia consisten en insertar genes de una especie en otra, modificando el genoma del organismo receptor, con el objetivo de incorporar ciertas características "deseadas", como pueden ser mayor rendimiento y productividad, resistencia a plagas, etc. La fabricación de organismos transgénicos corresponde entonces a procesos biotecnológicos de reciente data, complejos y sofisticados. Tanto las técnicas para seleccionar los genes que se quieren insertar, como el procedimiento para insertarlas tienen una cierta complejidad. Lo cierto es que independientemente de las técnicas que se utilicen para fabricar un transgénico, la inserción de un gen extraño que posee las características "deseadas" ocurre al azar. Dicho más claramente, el gen que se inserta puede ser siempre el mismo y la especie en que se realiza esta inserción corresponder a la misma, pero el genoma receptor es único, puesto que varía de un individuo a otro, y el lugar del genoma en que se inserta el nuevo gen ocurre al azar. Por lo tanto, el individuo que se obtiene una vez es distinto al de otra vez y así sucesivamente. Esto se llama evento. Cómo generar un evento es complejo y una vez que se logra un evento exitoso el organismo resultante

es clonado, es decir, se fabrican muchas copias idénticas del mismo individuo.

Obviamente las consecuencias de cada una de estas inserciones es distinta, pues cada vez el gen extraño "cae" o se inserta en un lugar distinto. Siguiendo el razonamiento de la teoría de sistemas, aparentemente es posible que el organismo que se obtiene en un evento sea igual al de otro evento; sin embargo, su comportamiento puede ser distinto después de un tiempo o en generaciones posteriores. Los seres vivos no son máquinas a las que se les puedan modificar partes y esperar que los resultados sean siempre los mismos; estamos hablando de sistemas vivos.

Un criterio importante de incorporar en este análisis son las interacciones entre el sistema en estudio y el medio ambiente, entendiendo por medio ambiente lo que rodea al sistema vivo en cuestión. Los individuos de cualquier especie son el resultado de las interacciones entre el genoma y el medio que los rodea, por tanto en distintos medios la forma de reaccionar de los organismos será diferente, sean transgénicos o no.

Otra consideración importante es que los sistemas vivos tienen ciertas capacidades como son las de crecer, reproducirse y fabricar sus propios componentes a partir de otros elementos. Por tanto, cualquier intervención que se haga en un sistema vivo, por ejemplo la "exitosa" inserción de un gen para dar como resultado un organismo transgénico, se incorporará al sistema vivo y tendrá la capacidad de replicarse.

Por último, me parece necesario recordar brevemente algunas de las características de nuestro país: Chile en términos ambientales posee un valioso patrimonio natural de flora y fauna con características únicas y con presencia de muchas especies endémicas, o sea, propias. Las características geográficas de nuestro país, a un lado la Cordillera de Los Andes, que ha servido de barrera geográfica para la migración de especies, y por el otro, el Océano Pacífico, sumado a las particularidades climáticas, hacen que tengamos ciertas condiciones de isla geográfica. Todo esto, junto con el hecho de ser una angosta y larga faja de tierra que va de norte a sur, hace que en nuestro país existan particularidades geográficas y climáticas que determinan una variedad de ecosistemas bastante únicos. Por tanto, autorizar la generación de organismos transgénicos en nuestro territorio no es algo simple, menor o que se pueda revertir con facilidad si algo sale mal.

Actualmente existen proyectos científicos para fabricar organismos transgénicos para agricultura, acuicultura, industria alimentaria, medicina y minería, entre otros. A todo esto se le llama investigación científica aplicada. ¿Pero de dónde nace la necesidad de realizar estas investigaciones? ¿Realmente existe una ciencia independiente trabajando en estos temas?

La biotecnología actual y la transgenia son signos de nuestros tiempos y obviamente Chile tiene que desarrollar una política y regulaciones al respecto, pero la elaboración de estas debe

considerar muchos factores que hasta ahora ni siquiera se han mencionado. No es posible aceptar una política de corto plazo enfocada solo a los beneficios económicos de los próximos 10 años; el tema es más profundo y complejo que eso.

Antes de pronunciarnos como país a favor o en contra de los transgénicos debemos tener una discusión de fondo sobre el tema, pero no una discusión de cifras de casos exitosos o fallidos. Si reducimos la discusión solamente a cifras y ejemplos siempre se encontrarán argumentos en uno y otro sentido. Pienso que la discusión tiene que darse en otro ámbito, considerando nuestro patrimonio natural, considerando las alteraciones que podemos generar en este patrimonio único, considerando que somos un país tercermundista y subdesarrollado aunque nos duela, y que por tanto siempre la investigación científica que se hace en Chile cuenta con muchos menos recursos que la que se realiza en países desarrollados, más aún cuando hablamos de investigación y desarrollo de tecnologías sofisticadas. También debemos considerar en esta discusión cómo afectará la incorporación de organismos transgénicos a nuestra agricultura, acuicultura, industria alimentaria, minería o cualesquiera otras formas de producción, por ejemplo la orgánica. Es necesario evaluar qué implicancias económicas tiene para la industria nacional la incorporación de estas técnicas en cualquiera de las áreas en que se desarrolla.

El artículo de María Isabel Manzur nos informa acerca de las áreas en que se está trabajando, desde cuándo y cuánto se está invirtiendo, es decir, nos muestra que de hecho actualmente se hace en Chile investigación en biotecnología y transgenia. Que de hecho actualmente se están reproduciendo semillas transgénicas en nuestro territorio para ser exportadas. Que de hecho actualmente están entrando a Chile productos elaborados que contienen transgénicos y que no están rotulados. Que de hecho actualmente se fabrican en Chile productos alimenticios con insumos transgénicos y sin etiquetado obligatorio. Todo esto está pasando y no lo sabemos, todo esto está afectando para bien o para mal nuestros sistemas vivos, nuestros ecosistemas únicos, nuestros organismos y los de nuestros niños. Y todo esto sucede sin que hayamos tenido una discusión de fondo sobre si queremos esto o no, una discusión que defina al menos en qué condiciones estaríamos dispuestos a aceptar que se introduzcan organismos transgénicos en nuestro país.

La producción de organismos transgénicos afecta muchos sistemas, afecta a las especies en que se introduce un gen extraño, afecta el medio en que ellas se desarrollan, sea este el medio ambiente o la salud de las personas. Pero también tiene implicancias en otro sentido, pues afecta sistemas productivos y por tanto la economía, las exportaciones, el empleo, etc.

Un gobierno que es responsable de las políticas que promueve debería proporcionar las condiciones para que se desarrolle una discusión con la participación de todos los interesados. Es deber del gobierno garantizar este espacio, si quiere que el sistema democrático funcione. **AD**