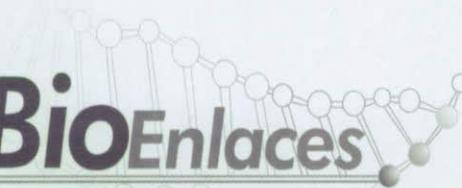


# LA INDUSTRIA DE LA BIOTECNOLOGÍA SILVOAGROPECUARIA

Una oportunidad para el desarrollo del sector





**BioEnlaces**  
[www.bioenlaces.com](http://www.bioenlaces.com)



**VerBar**  
TECNOLOGÍA • INNOVACIÓN



GOBIERNO DE CHILE  
FUNDACIÓN PARA LA  
INNOVACIÓN AGRARIA

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN _____	1
CONCEPTOS FUNDAMENTALES _____	3
PRINCIPALES TÉCNICAS _____	5
INDUSTRIA MUNDIAL DE LA BIOTECNOLOGÍA SILVOAGROPECUARIA _____	12
BIOTECNOLOGÍA SILVOAGROPECUARIA EN CHILE _____	19
ANEXO 1: FUENTES DE FINANCIAMIENTO NO TRADICIONAL PARA I+D EN BIOTECNOLOGÍA _____	33
ANEXO 2 : COOPERACIÓN PARA LA INNOVACIÓN Y PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL _____	40
ANEXO 3: RIESGOS Y REGULACIONES _____	45
ANEXO 4: PROYECTOS DE I+D EN BIOTECNOLOGÍA SILVOAGROPECUARIA _____	52
ANEXO 5: CATASTRO DE INSTITUCIONES _____	66



# INTRODUCCIÓN:

## BIOTECNOLOGÍA Y EL SECTOR SILVOAGROPECUARIO

La Biotecnología es definida formalmente como: *"Toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos"*. Si bien esta definición es un tanto ambigua, permite comenzar a comprender las implicancias de esta disciplina.

Para esto, es importante distinguir entre lo que es Biotecnología tradicional y moderna. En el primer caso, se hace referencia a procesos productivos realizados desde hace mucho tiempo, algunos durante más de cinco mil años, que utilizan microorganismos como insumos. Entre éstos, el principal es la elaboración de alimentos fermentados, como pan, vino y cerveza.

Los principios que rigen las biotecnologías tradicionales no eran conocidos cuando éstas comenzaron a ser utilizadas, por lo que era muy difícil realizar innovaciones y optimizaciones. Sin embargo, el espectacular desarrollo de la Biología y la Genética, y en general de las denominadas "Ciencias de la Vida" (medicina, farmacia, medio ambiente, entre otras), durante el siglo XX han abierto la posibilidad de generar una revolución en todos los sectores de la economía y la sociedad, denominada Biotecnología Moderna.

En este sentido, el más importante de los descubrimientos es la descripción, en el año 1953, de la estructura del ADN, molécula fundamental de la vida que contiene toda la información genética de cada especie e individuo. Esto fue la base para revelar la existencia de un "lenguaje" común entre

todos los organismos vivos, permitiendo el nacimiento de nuevas disciplinas, como la Ingeniería Genética y la Biología Molecular, que a su vez han dado origen a una serie de nuevas técnicas aplicables a casi todos los ámbitos productivos y sociales.

Por tanto, debemos entender la Biotecnología moderna como: *las aplicaciones de los nuevos conocimientos en ciencias de la vida dentro de procesos productivos realizados en diferentes sectores de la sociedad*.

La revolución biotecnológica ya ha comenzado por lo menos hace dos décadas, y se pronostica que será la base de las más grandes transformaciones del siglo XXI. A nivel mundial, ha dado origen a una nueva industria que genera innovaciones permanentemente y mueve grandes cantidades de capital.

El sector silvoagropecuario ha sido uno de los que mayores transformaciones ha experimentado, redefiniendo muchos de sus procesos productivos básicos debido a las aplicaciones biotecnológicas en agricultura, ganadería, sector forestal y agroindustria, especialmente en el sector vitivinícola.

Si bien Chile no ha permanecido fuera de esta revolución, especialmente debido a los esfuerzos de universidades, instituciones públicas y algunas empresas, aún hay muchos potenciales que esperan ser explotados. Particularmente, existe un déficit en la participación del sector privado respecto a la inversión en investigación, desarrollo, transferencia y aplicación de biotecnologías.

---

<sup>1</sup>Convenio sobre la Diversidad Biológica. Artículo 2. PNUD 1992.

Por esto, las empresas BioEnlaces y VerBar, con el apoyo de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), han realizado el presente documento, en el cual se describen las potencialidades que ofrece la Biotecnología para las empresas relacionadas al sector silvoagropecuario. El objetivo es incentivar la inversión en este ámbito, tendiendo a la misma situación de los países industrializados, donde el sector privado es la base de la innovación tecnológica.

Este documento se inicia presentando una serie de conceptos fundamentales para la comprensión de lo que implica la Biotecnología, la mayoría de los cuales han trascendido el campo científico para incorporarse en el lenguaje común de inversionistas y empresarios de todo el mundo. A continuación, se explican las principales aplicaciones de la Biotecnología en el sector silvoagropecuario, que en general, han sido poco difundidas, con la excepción de las más discutidas, como la clonación y los alimentos transgénicos.

Posteriormente, se muestran las principales implicancias que ha tenido la Biotecnología silvoagropecuaria a nivel mundial, resumiendo la historia, estado actual y tendencias de la enorme industria que se ha creado en torno a ésta. También se efectúa una descripción de cómo este nuevo sector se ha desarrollado en diferentes zonas del mundo, especialmente en aspectos de interés para los productores chilenos, por crear oportunidades de alianzas o amenazas de competencia.

La sección principal del documento analiza el estado de la Biotecnología silvoagropecuaria en Chile, describiendo detalladamente los proyectos de investigación y desarrollo (I+D) realizados en los sectores agrícola, pecuario y forestal (y sus subsectores e industrias asociadas),

lo que permite descubrir que existe una gran capacidad innovativa, que, salvo algunas excepciones, no es aprovechada por parte de los productores nacionales.

Finalmente, se han incluido cinco anexos, en los que se describen: fuentes de financiamiento para desarrollo y aplicación de Biotecnología en empresas; modalidades de cooperación entre empresas, y de éstas con universidades e instituciones públicas, para realizar I+D; alternativas de protección de la propiedad intelectual; potenciales riesgos de la aplicación de Biotecnología y regulaciones locales e internacionales relevantes.

Adicionalmente, se presenta un listado completo de proyectos de I+D realizados con apoyo público y de las instituciones que han participado en la ejecución de éstos.

# CONCEPTOS FUNDAMENTALES

## **ADN**

Ácido desoxirribonucleico, macromolécula que contiene y transmite la información genética de los organismos. Generalmente está formada por dos cadenas complementarias de nucleótidos que se enrollan entre sí formando una doble hélice

## **Bioblanqueamiento**

Optimización biotecnológica de la etapa de blanqueamiento de celulosa del proceso kraft, que utiliza enzimas específicas.

## **Biolixiviación**

Proceso en el cual se emplean microorganismos para recuperar metales como cobre y oro desde los minerales que lo contienen. También se conoce como Biominería o lixiviación bacteriana.

## **Biología Molecular**

Disciplina que estudia los fenómenos biológicos a nivel molecular. En sentido restringido, comprende la interpretación de dichos fenómenos sobre la base de la participación de proteínas y ácidos nucleicos.

## **Biopulpaje**

Método que permite iniciar la degradación de la lignina contenida en astillas de madera destinadas a la producción de celulosa a través del proceso kraft. El efecto es provocado por hongos denominados "de pudrición blanca".

## **Biorremediación**

Uso de seres vivos, especialmente microorganismos, para transformar y degradar contaminantes en el medio ambiente

## **Biotecnología**

Toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos, o sus derivados, para la creación o modificación de productos o procesos en usos específicos.

## **Clonación**

Procedimiento que permite obtener, de manera asexual, copias de organismos vivos genéticamente idénticos a un individuo adulto.

## **Cromosomas**

Filamento condensado de ADN, cuyo número es constante para cada especie animal o vegetal.

## **Gen**

Secuencia de ADN que constituye la unidad funcional para la transmisión de los caracteres hereditarios.

## **Genoma**

El total de material genético de una célula. Su estudio es muy importante, pues revela las particularidades de cada especie.

## **Genómica**

Disciplina que estudia el genoma de un organismo y el papel que juegan en él los genes que lo componen, desde un punto de vista estructural y funcional.

## **Ingeniería Genética**

Manipulación de la composición genética mediante introducción, modificación o eliminación de zonas específicas del ADN, a través de técnicas modernas de Biología Molecular.

## **Microorganismos**

Seres vivos invisibles a simple vista, muchas veces compuestos por una sola célula. Son de gran utilidad en Biotecnología, debido a las características específicas de su metabolismo. Los más utilizados son las bacterias y levaduras.

## **Nanobiotecnología**

Tecnología que combina seres vivos, incluidos los productos de la Ingeniería Genética, con materiales inertes resultados del trabajo del hombre (por ejemplo silicio) a escalas muy reducidas (un nanómetro equivale a la cienmillonésima parte de un metro).

## **Organismos Genéticamente Modificados (OGM's)**

Cualquier organismo cuyo material genético ha sido modificado de una manera que no se produce en forma natural en el apareamiento o en la recombinación natural.

## **Proteómica**

Disciplina que estudia la estructura, función, localización e interacción entre las proteínas, dentro y fuera de la célula.

## **Transgénico**

Organismo en cual se incorpora material genético proveniente de una especie diferente, por ejemplo, desde una bacteria a una planta.

# PRINCIPALES TÉCNICAS

## TRANSGENIA

La transgenia es un tipo de modificación genética que implica la transferencia de genes de una especie a otra diferente, para expresar en esta última características que no le son propias. Un ejemplo de lo anterior, es la inserción de un gen perteneciente a una bacteria en una planta.

La posibilidad de realizar transgenia viene dada por la presencia compartida en todos los organismos vivos del ADN, molécula universal que contiene la información genética hereditaria y que define gran parte de las características y funcionalidad de los individuos.

La historia de la transgenia se inicia en 1973, cuando un grupo de académicos estadounidenses logran transferir genes entre bacterias de especies diferentes. En 1982, se crea el primer animal transgénico, un ratón, y en 1983 un equipo europeo crea la primera planta transgénica, un tabaco resistente al antibiótico canamicina.

Sólo en 1994 fue aprobado para su comercialización en Estados Unidos el primer alimento transgénico completo, el tomate "Flav Savr", diseñado para tener una vida útil más larga y un mejor sabor que los tomates convencionales, al retrasar su proceso de maduración.

En la actualidad existen en el mercado cerca de 50 plantas transgénicas, la mayoría cultivadas en Estados Unidos y Argentina, desarrolladas por las grandes empresas transnacionales del rubro. Las principales especies son soya, maíz y algodón, que incorporan características como mayor resistencia a herbicidas (lo que permite

eliminar malezas con mayor facilidad) o al ataque de plagas, principalmente lepidópteros.

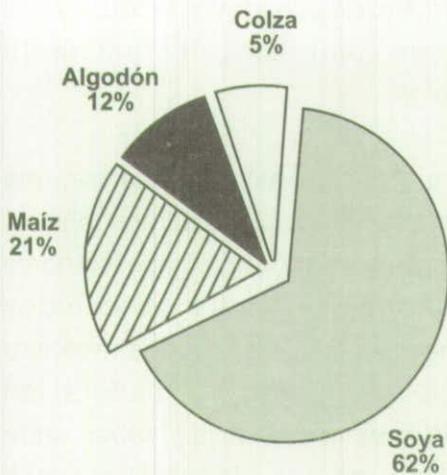
En la actualidad se experimenta con una nueva generación de plantas transgénicas, a las que se busca modificar genéticamente para obtener mayores contenidos nutricionales, capacidad de desarrollarse en ambientes adversos, maduración retardada, mejor apariencia y sabor, entre otras. Uno de los desarrollos más prometedores es la posibilidad de convertir a las plantas en "fábricas" de sustancias de interés, transfiriéndoles el gen capaz de producirla.

En el ámbito internacional se ha generado una importante discusión entre países e instituciones productoras de plantas transgénicas y quienes las rechazan, posiciones reflejadas en las posturas de Estados Unidos y Europa respectivamente. En el caso de este último, existe una moratoria al cultivo y venta que rige desde el año 1998.

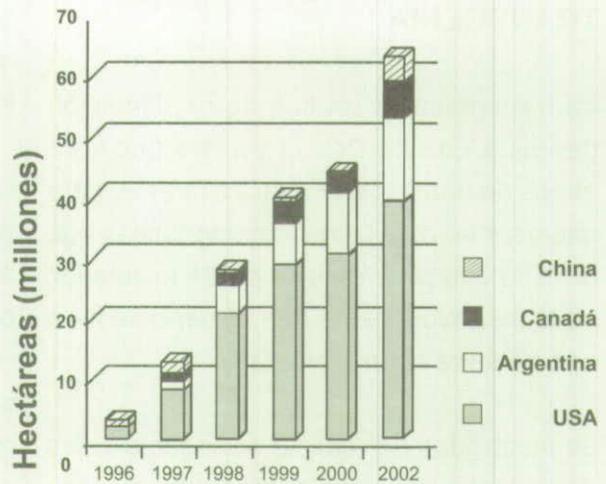
Los argumentos de los detractores señalan que se pone en riesgo a: (a) las especies nativas, debido a la posibilidad de traspaso de material genético desde cultivos transgénicos a éstas, (b) a los consumidores, debido a posibles efectos adversos (principalmente alergias) y (c) a los productores, debido al control comercial por parte de transnacionales.

Para abordar responsablemente este tema, se han realizado diferentes iniciativas internacionales, entre las que destaca el Protocolo de Cartagena Sobre Bioseguridad, que entró en vigencia en 2003, que regula el traslado entre países de organismos

**Porcentaje de Cultivos Transgénicos en el Mundo (año 2002)**



**Superficie de Cultivos Transgénicos (1996- 2002)**



Fuente: ISAAA (Servicio Internacional de Adquisición de Aplicaciones de la Agrobiotecnología)

genéticamente modificados.

Además, para aprobar la comercialización de un transgénico se debe seguir una serie de pruebas, que minimizan eventuales riesgos a la salud humana y el medio ambiente, otorgándoles un grado de seguridad equivalente al de productos convencionales.

Respecto a la utilización de transgenia en ganadería, no existe, a la fecha, aprobación para la comercialización de ningún animal modificado genéticamente destinado al consumo humano, pero se espera que pronto se autorice el salmón transgénico, entre otros.

Sin embargo, esta biotecnología ha sido utilizada para la elaboración de forraje para ganado y para transferir otras características a los animales, como la capacidad de producir sustancias útiles, generalmente a través de la leche, mediante la incorporación de un gen externo. Entre los animales genéticamente modificados más utilizados están las ovejas, cabras, cerdos y vacas, criados en granjas especiales, principalmente en Estados Unidos y Europa.

Una de las mayores potencialidades de estabiotecnología, es la creación de animales que puedan ser donantes de órganos para humanos, técnica denominada xenotransplante. Al respecto, se estudia la posibilidad de crear cerdos transgénicos (por su alta compatibilidad), cuyos órganos no contengan elementos que el sistema inmunológico humano rechace.

Otras aplicaciones de transgenia en animales que se están estudiando son el mejoramiento de algunas características, como crecimiento acelerado, mayor tamaño, más porcentaje de carne, desarrollo de capacidades para resistir enfermedades y soportar condiciones climáticas extremas.

Esta técnica también es utilizada en el sector forestal, realizándose modificaciones a especies de interés económico como pino, eucalipto, álamo y abeto, con el objetivo de otorgarles resistencia a enfermedades, plagas y herbicidas, y mejorar sus características con objetivos comerciales, tales como aumentar la velocidad de crecimiento y reducir la cantidad de lignina.

Estas especies forestales modificadas se

encuentran aún en pruebas de campo, y se espera que para el año 2006 se autoricen las primeras plantaciones.

La transgenia también es utilizada en la industria vitivinícola, principalmente mediante la creación de cepas de levaduras transgénicas. De este modo, es posible obtener levaduras con la capacidad de producir fermentación alcohólica y maloláctica, permitiendo controlar la acidez del vino. También se han elaborado cepas que permiten otorgar diferentes propiedades organolépticas, especialmente aromas, con gran especificidad y de fácil reproducción entre diferentes cosechas.

Si bien incluso la Unión Europea ha aceptado la producción de vino mediante esta biotecnología, los productores están a la espera de que mejore la opinión pública respecto al tema para utilizarla.

En Chile, la actual normativa sólo permite la multiplicación de semillas transgénicas para su posterior exportación, por lo que todavía no es posible cultivar ni comercializar alimentos modificados genéticamente. Sin embargo, en el marco de la nueva política biotecnológica que está promoviendo el Gobierno, se considera el inicio de la liberación de éstos, lo que representa un gran desafío, y una gran responsabilidad, para toda la sociedad nacional.

## **CULTIVOS IN VITRO DE TEJIDOS VEGETALES**

El cultivo *in vitro* de tejidos vegetales se define como el conjunto de técnicas que permiten aislar alguna parte de la planta, que se denomina explante, para generar especímenes genéticamente iguales, bajo condiciones generadas en el laboratorio. Para esto es posible utilizar tanto un órgano -hoja, raíz, flor, tallo- como tejidos, semillas, yemas, entre otros.

Por tanto, esta técnica es una clonación de especies vegetales, que se diferencia de la clonación animal por los métodos utilizados, ya que en ésta última son mucho más complejos.

El principio en que se fundamenta es la capacidad totipotencial de las células vegetales, término que se refiere a la facultad natural de éstas para generar la totalidad de las células de una planta.

En el caso de los cultivos *in vitro*, primero ocurre una desdiferenciación de las células del explante, que revierten su estado desde células maduras a indiferenciadas, lo que les permite adquirir totipotencialidad. Luego, mediante el uso de factores inductores del crecimiento y hormonas apropiadas, es posible generar plantas completas, órganos o tejidos específicos.

Si bien esta técnica es conocida desde principios del siglo XX, sólo con los avances de la Biotecnología moderna ha sido posible realizarla en forma eficiente, siendo actualmente aplicada en gran cantidad de actividades, tales como:

- Propagación de especímenes, pudiéndose obtener gran cantidad de individuos de iguales características, con gran rapidez y en espacios reducidos.
- Obtención de sustancias orgánicas de interés.
- Selección de especímenes, para generar cultivos a partir de aquellos que presenten las mejores características.
- Mejoramiento genético en cultivos tradicionales.

Existe una gran cantidad de especies de interés agrícola que se pueden multiplicar mediante técnicas *in vitro*, algunas de las

cuales no se podían propagar mediante métodos tradicionales (como estacas, injertos y acodos).

Algunas especies de especial interés en el cultivo de tejidos en Chile son: papa, vid, ajo, frutilla, arándano, especies nativas (como el copihue), entre otras.

En el sector forestal, esta técnica también es muy utilizada, destacando la micropropagación de pino radiata, eucaliptus y álamo.

## BIOTECNOLOGÍA EN GANADERÍA

Existe una serie de aplicaciones de la Biotecnología en la actividad ganadera, entre las que destacan:

- **Tratamiento y diagnóstico de enfermedades.** Ha sido posible el desarrollo de nuevas vacunas y tratamientos para enfermedades animales, así como kits de diagnóstico basados en técnicas de Biología Molecular. En este sentido, destacan las denominadas vacunas de ADN, basadas en elementos genéticos del patógeno, que resultan efectivas cuando las vacunas tradicionales fallan o son poco eficientes.

- **Fertilización in vitro de embriones de especies de interés.** Esta técnica consiste en fertilizar óvulos en el laboratorio, que pueden ser transferidos inmediatamente a una madre receptora o congelarse para futuras gestaciones. Entre las ventajas de esta biotecnología está el bajo costo relativo, su producción en grandes cantidades y la optimización del uso de semen.

- **Hormonas de crecimiento recombinantes.** La Ingeniería Genética permite obtener grandes cantidades de hormonas de crecimiento animal mediante el uso de bacterias transgénicas, en las que se incorpora el gen capaz de producirla, el

cual proviene de la especie ganadera específica en la que se aplicará.

La hormona más utilizada es la somatotropina, suministrada a bovinos y porcinos, en los que se obtiene mayores tamaños y mejoras en el rendimiento de leche y carne. Pese a los buenos resultados iniciales, la Unión Europea y Canadá han prohibido su uso, por posibles efectos secundarios.

## CLONACIÓN ANIMAL

La clonación es la obtención de un nuevo individuo genéticamente idéntico a otro ya desarrollado. En los animales, esto se realiza transfiriendo el núcleo de una célula adulta a una célula embrionaria o no desarrollada, la que posteriormente se gesta de manera tradicional en una madre sustituta.

A pesar de que durante la década de los 60' ya se realizaba clonación de algunas especies, especialmente anfibios, sólo en el año 1997 se logró obtener un clon de mamífero, la conocida "oveja Dolly", por lo que la aplicación comercial de esta técnica aún es muy reciente.

Uno de los principales objetivos de la clonación en animales es asegurar la reproducción de especies transgénicas, ya que éstas no conservarían sus características al ser reproducidas de forma tradicional. Por ejemplo, en el caso de Dolly, se buscaba preservar la capacidad de producir una proteína utilizada para el tratamiento del enfisema pulmonar.

## MARCADORES GENÉTICOS

Los marcadores genéticos son secciones del ADN que se analizan como puntos de referencia para estudiar algún rasgo de un individuo o especie, debido a que tienen características particulares y muy específicas

para cada uno.

El uso de esta técnica se ha masificado a partir de la década de los 80', gracias al descubrimiento de un método denominado PCR, que permite obtener millones de copias a partir de una muestra muy pequeña de ADN.

Su uso es muy difundido en el sector silvoagropecuario, ya que permite realizar aplicaciones como:

- Selección de especies e individuos
- Diagnóstico de enfermedades animales y vegetales
- Control de calidad
- Seguimiento de cruzas
- Análisis de diversidad genética
- Determinación y protección de pureza
- Estudios poblacionales

Estas aplicaciones son posibles de ser realizadas en todas las especies de interés para la agricultura, ganadería, acuicultura y el sector forestal.

Es importante destacar la utilización de esta técnica en la industria vitivinícola, ya que permite la identificación y selección de las diferentes cepas de levadura, con lo que es posible otorgar características particulares al vino, que se pueden mantener entre diferentes cosechas.

## **BIORREMEDIACIÓN**

La biorremediación es una biotecnología que utiliza las propiedades naturales de algunos seres vivos para eliminar o reducir contaminantes. Generalmente se utilizan microorganismos, ya que son la forma de vida más abundante y poseen una diversidad de metabolismos que les permiten obtener energía a partir de las más diversas sustancias.

El organismo que se elige depende del residuo que se va a tratar, por lo que generalmente se utiliza la misma flora que se desarrolla en forma natural en el lugar contaminado. Sin embargo, es importante generar y mantener un ambiente propicio para que el organismo biorremediador se desarrolle en forma acelerada, manteniendo una temperatura, oxigenación y pH adecuados.

Es posible aplicar esta técnica para eliminar los desechos resultantes de la actividad agrícola y ganadera, especialmente los relacionados con el procesamiento y faenamiento, ya que sus residuos tienen alto contenido orgánico.

En el sector forestal, la biorremediación se utiliza para eliminar los desechos de la producción de celulosa, utilizando microorganismos y enzimas que tienen la capacidad de degradar la lignina.

Uno de los aspectos comercialmente interesantes de la biorremediación es que además de eliminar los desechos es posible obtener subproductos a partir de éstos, ya que algunos de los microorganismos utilizados pueden producir sustancias de interés.

## **BIOTECNOLOGÍA EN LA PRODUCCIÓN DE CELULOSA**

El biopulpaje y el bioblanqueamiento son biotecnologías que se incorporan al método kraft de producción de celulosa, con el objetivo de optimizarlo. Su uso es más reciente, y en Chile son aplicadas desde la década de los 90', existiendo gran cantidad de investigación local en el área.

El biopulpaje se realiza cuando la madera ya ha sido astillada y antes de iniciar su tratamiento químico. Consiste en agregar a las pilas de astillas un tipo especial de

hongos, denominados "de pudrición blanca", que tienen la capacidad de degradar la lignina, por lo que el proceso químico posterior será más eficiente.

El bioblanqueamiento se efectúa una vez que se ha iniciado el tratamiento químico, y consiste en utilizar enzimas, algunas de ellas provenientes de los mismos hongos, para aumentar la eficiencia de la etapa de blanqueamiento kraft, lo que permite disminuir la cantidad de químicos requeridos en ésta, reduciendo la contaminación asociada.

## **BIOSENSORES**

Son dispositivos que contienen elementos orgánicos (como microorganismos, enzimas o ADN) sensibles a alguna característica específica del medio, capaces de emitir una señal observable, que puede ser óptica, eléctrica o de otro tipo.

Generalmente se acopla un instrumento, denominado transductor, que interpreta la reacción bioquímica en impulsos eléctricos cuantificables. También es posible incorporar luminiscencia para detectar la reacción.

Por lo tanto, pueden ser utilizados para monitorear una serie de procesos asociados al sector silvoagropecuario. En la agroindustria y la industria del vino, son utilizados para realizar controles de calidad y procesos, aplicados a la fermentación y la producción de carbohidratos como glucosa, fructosa y lactosa. También pueden ser utilizados para efectuar mediciones respecto a niveles de contaminación.

## **BIOPESTICIDAS y BIOFERTILIZANTES**

Es el uso de microorganismos aplicados en las labores de control y desarrollo de cultivos, con el fin de mejorar naturalmente los productos agrícolas y forestales, causando

el menor impacto ambiental posible.

Los biopesticidas implican el uso de las propiedades de distintos microorganismos para combatir a otras especies en forma específica, con el fin de utilizarlas como pesticidas orgánicos, para el control de enfermedades, plagas y malezas. El objetivo, es reducir la utilización de químicos, mejorando las propiedades del cultivo y reduciendo la contaminación.

Los biopesticidas pueden estar constituidos por microorganismos completos o por compuestos activos extraídos desde éstos. Se clasifican según el agente que combaten, pudiendo ser: bioinsecticida, bioherbicida, biofungicida, bionematicida, biobactericida.

Por su parte, el uso de biofertilizantes se origina en la observación del ciclo de fósforo y nitrógeno como nutrientes vegetales, para restablecer sus concentraciones en los terrenos cultivables.

Si bien esta técnica no es nueva, ya que el uso de sustancias como el "guano" es tradicional, el desarrollo de la Biotecnología moderna ha permitido perfeccionarla e incluir nuevos agentes orgánicos, principalmente bacterias.

## PARA MÁS INFORMACIÓN

### **BioAlfabetización: “Entendiendo la Agrobiotecnología”**

CD-ROM realizado por BioEnlaces con el cofinanciamiento de FIA

#### **Información sobre cultivos transgénicos en Internet:**

- <http://www.colostate.edu/programs/lifesciences/CultivosTransgenicos/>
- <http://www.porquebiotecnologia.com.ar/>
- <http://www.unesco.org/most/ogm.htm>
- <http://www.fao.org/biotech/index.asp?lang=es>
- <http://www.isaaa.org>

#### **Protocolo de Cartagena Sobre Bioseguridad:**

- <http://www.biodiv.org/doc/legal/cartagena-protocol-es.pdf>

#### **Información sobre animales transgénicos y clonación en Internet:**

- <http://es.geocities.com/picodelobo/animalestransgenicos.html>
- <http://www.ipn.uni-kiel.de/eibe/Unit11ES.pdf>
- <http://www.bio.org/animals/faq.asp>

#### **Información sobre Biotecnología ganadera en Internet:**

- <http://www.fao.org/biotech/sector3.asp?lang=es>
- <http://www.idfa.org/reg/biotech/talking2.cfm>

#### **Información sobre Biotecnología en el sector forestal:**

- <http://www.fao.org/biotech/sector5.asp>
- <http://www.wwf-uk.org/filelibrary/pdf/gmsummary.pdf>
- <http://www.conicyt.cl/bases/fondef/PROYECTO/91/II/D9111049.html>
- <http://www.fondef.cl/bases/fondef/PROYECTO/97/II/D97I2032.html>

#### **Información en Internet sobre cultivos *in vitro*:**

- <http://www.inia.cl/biotecnologia>
- <http://www.uv.mx/iiesca/revista2/aceves2.html>

#### **Información en Internet sobre Biorremediación:**

- <http://www.agnr.umd.edu/MCE/Publications/PDFs/FS757.pdf>
- <http://www.clu-in.org/download/citizens/bioremediation.pdf>

#### **Información en Internet sobre Biosensores:**

- <http://www.azti.es/castellano/pdf/congresos/cibiabiosen.pdf>

# INDUSTRIA MUNDIAL DE LA BIOTECNOLOGÍA SILVOAGROPECUARIA

## BREVE HISTORIA

Debido a sus características, la Biotecnología presenta un interesante desafío: relacionar las investigaciones y descubrimientos por parte de científicos con las necesidades y oportunidades de los mercados de diferentes sectores económicos y sociales.

En sus inicios, los avances de la disciplina se gestionaban solamente en Universidades y Centros de Investigación, permaneciendo los capitales privados totalmente al margen, debido a las suspicacias por parte de los científicos y el desconocimiento de los empresarios.

Sin embargo, esta situación cambió al crearse en Estados Unidos la empresa GENETECH el año 1976, fundada por uno de los descubridores de la técnica de transgenia. En 1980, la empresa inicia sus transacciones en la bolsa con gran éxito, dando comienzo a una nueva era en que los avances en las ciencias de la vida comienzan a ser seguidos por los inversionistas de Wall Street.

El éxito inicial de GENETECH y la definición legal respecto a la patentabilidad de los descubrimientos incentivaron la creación de una gran cantidad de empresas biotecnológicas durante la década de los 80, que lograron obtener importantes fuentes de capitalización mediante emisión de acciones e inversiones por parte de capitales de riesgo.

Estas primeras empresas centraron sus investigaciones iniciales principalmente en temas relacionados con la salud humana, pero con la creación de las primeras variedades de plantas transgénicas, en

1983, se inicia la preocupación por la Investigación y Desarrollo (I+D) en Agrobiotecnología. La investigación se centra en la obtención de cultivos resistentes a plagas y herbicidas.

Es así como en 1994 se obtuvo la autorización para comercializar en Estados Unidos el primer alimento obtenido mediante manipulación genética, un tomate de maduración tardía producido por la empresa CALGENE. Ese mismo año, se autorizó también la primera biotecnología para la ganadería, una hormona de crecimiento recombinante para bovinos elaborada por MONSANTO.

Después se produce un aumento significativo de las autorizaciones para la comercialización de alimentos transgénicos en el resto del mundo, que implica un fuerte impulso para la industria, que será, en parte, frenado por la oposición de grupos ambientalistas y la moratoria impuesta por la Unión Europea en 1998.

Simultáneamente a la investigación en transgénicos, durante las décadas de los 80 y 90 se perfeccionan otras biotecnologías de importancia para el sector silvoagropecuario, tales como la selección de especímenes mediante marcadores moleculares, cultivos *in vitro* y biosensores, ofrecidos por gran cantidad de empresas en todo el mundo.

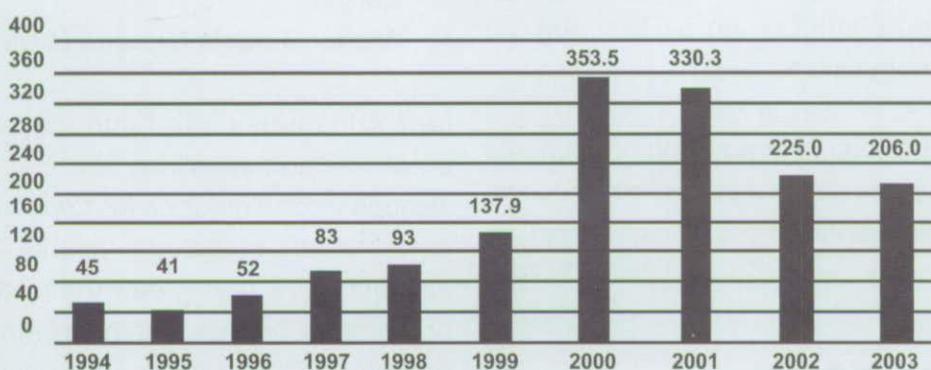
## ESTRUCTURA DE MERCADO

A mediados de la década de los 90 se comienza a observar una gran cantidad de fusiones y adquisiciones en el mercado de las empresas biotecnológicas, dando origen a las grandes transnacionales que dominan

la industria hoy en día, principalmente en la aplicación de transgenia vegetal. Esta tendencia hacia la concentración se explica por la incapacidad por parte de pequeñas y medianas empresas para solventar los altos costos hundidos (inversiones no recuperables) que implica la I+D en Biotecnología, además de la existencia de economías de escala y alcance en la integración horizontal.

Además, se ha producido una integración vertical, en que las grandes empresas se relacionan con la producción de químicos, especialmente fertilizantes y herbicidas, además de controlar la venta y distribución de semillas.

**CUADRO1**  
**CAPITALIZACIONES DE MERCADO (US\$MILES DE MILLONES)**  
**1994- 2003**



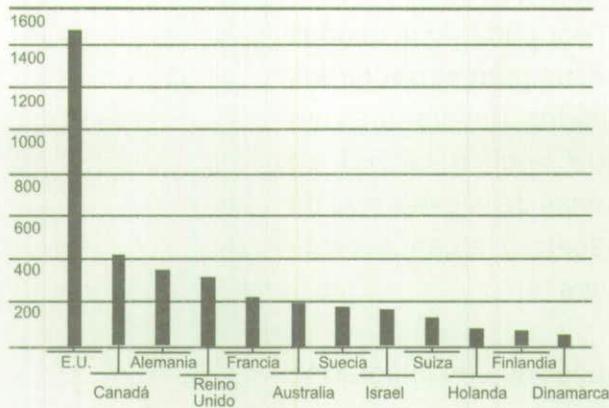
Fuentes: Ernst & Young LLP y BioWorld

Otra de las tendencias importantes en la industria biotecnológica mundial es hacia la realización de los denominados joint ventures, acuerdos de complementación entre dos o más instituciones, principalmente empresas y universidades, para efectuar investigación en un área específica. Generalmente un joint venture da origen a una nueva empresa, formada con determinadas participaciones financieras y obligaciones por parte de los asociados<sup>2</sup>.

## **INDUSTRIA MUNDIAL**

La mayoría de las empresas que desarrollan biotecnología son de origen estadounidense, llegando a 1500 durante el año 2003. También existe gran cantidad de empresas en Canadá, Europa, Australia e Israel (Cuadro 2).

Pese al predominio de las empresas transnacionales, especialmente en relación con los productos modificados gene-



Fuente: Ernst & Young

ticamente, en diversas regiones del mundo se han adoptado diferentes estrategias para la aplicación de Biotecnología. Éstas van desde el predominio del sector privado, como en Estados Unidos y Canadá, hasta la planificación pública, como en China y Cuba, pasando por una amplia gama de estrategias mixtas entre las que se encuentra la chilena.

A continuación, se describirán brevemente las principales características de la industria biotecnológica silvoagropecuaria en países y regiones mundiales de interés.

## NORTEAMERICA

### Estados Unidos

La industria de la Biotecnología en los Estados Unidos se desarrolla muy de acuerdo a la estructura de mercado descrita, especialmente en lo referente a las empresas relacionadas con la Agrobiotecnología.

Una serie de fusiones y adquisiciones han generado grandes empresas transnacionales que controlan gran parte de la inversión total en I+D y participan de la industria agroquímica, además de la venta y distribución de semillas.

Las principales empresas son:

- **Monsanto**
- **DuPont (Pioneer)**
- **Dow AgroSciences**
- **Delta & Pine Land**
- **Cargill**
- **Archer Daniels Midland (ADM)**

Los principales productos que estas empresas comercializan son maíz, soya, algodón y colza modificados genéticamente para resistir el ataque de plagas y la aplicación de herbicidas (generalmente producidos por las mismas empresas). Además de las grandes transnacionales, existen cerca de 450 empresas relacionadas con biotecnología agrícola en los Estados Unidos.

En cuanto a las empresas que desarrollan biotecnología en animales, son de menor tamaño y centradas en productos específicos, muchas veces asociadas a grandes compañías farmacéuticas y agrobiotecnológicas. Éstas realizan investigación en áreas como las hormonas de crecimiento, destacando la somatotropina bovina de Monsanto, y la creación de animales transgénicos.

Otra área de aplicación de la biotecnología en animales son los xenotransplantes, que

buscan generar órganos potencialmente transplantables a humanos en algunas especies como cerdos y primates. Destaca la empresa Immerge Biotherapeutics, formada de un joint venture entre Novartis y BioTransplant Incorporated.

En el sector forestal, destaca la realización, en el año 2000, de un joint venture entre empresas estadounidenses y neocelandesas para la creación de ArborGen, dedicada a la modificación genética de especies económicamente atractivas, como pino y eucalipto y a tecnologías de cultivo *in vitro*.

### Canadá

Este país ha realizado un significativo esfuerzo por desarrollar la biotecnología, siendo actualmente el segundo país a nivel mundial con mayor número de empresas dedicadas a esta disciplina. Estas empresas son de menor tamaño que las estadounidenses y dedicadas a producciones más específicas.

Existen alrededor de 60 empresas relacionadas directamente con la biotecnología silvoagropecuaria, destacando las relacionadas con el sector forestal, especialmente Cellfor, que ha formado un importante joint venture denominado GenFor, en el que también participan Interlink (Estados Unidos) y Fundación Chile.

### EUROPA

A pesar de la moratoria que existe en el viejo continente respecto al cultivo de alimentos modificados genéticamente, existen grandes transnacionales dedicadas a la Agrobiotecnología, muchas relacionadas con las tradicionales compañías productoras de agroquímicos. Entre éstas destacan:

- **Syngenta** (Surgida de la fusión entre Novartis (Suiza) y Zeneca (Reino Unido))
- **Bayer Crop Science** (Alemania, surgida por la adquisición de Aventis por parte de Bayer en 2002)
- **Basf** (Alemania)
- **Limagrain** (Francia)

Además de la fuerte inversión privada, existe en Europa un gran financiamiento público a la investigación en biotecnología, especialmente a través de fondos concursables del Programa Marco de la Comisión Europea<sup>3</sup>.

Las empresas relacionadas con biotecnología ganadera son de menor tamaño, entre las que destaca la escocesa PPL Therapeutics, conocida mundialmente por participar en la primera clonación en mamíferos (oveja "Dolly").

### ASIA

En el sector del Asia Pacífico y Continental se encuentra un importante polo de desarrollo de la Biotecnología a nivel mundial, destacando especialmente países como China, India, Japón, Taiwán, Singapur, Corea del Sur y Malasia.

### China

En China la biotecnología agrícola es una de las áreas prioritarias que se ha desarrollado. En el año 1980 el país comenzó a preparar un programa nacional de biotecnología y el Gobierno se preocupó de definir las metas de este proyecto en términos de mejorar la seguridad alimenticia de la nación. Esta estrategia ha llevado, hoy en día, a la creación de un sistema de I+D biotecnológico, competitivo internacionalmente, dependiente del

---

<sup>3</sup>Por ser Chile un país asociado, las instituciones nacionales tienen la posibilidad de acceder a algunos de estos fondos.

Además, ya se están instalando las primeras empresas privadas en China, entre las que destaca NERCBBT, líder mundial en la elaboración de biochips.

### **India**

Por medio del Departamento de biotecnología (DBT) del Gobierno de la India, junto al Centro Internacional Para la Ingeniería Genética y Biotecnología, se realiza una inversión pública del orden de los US\$ 2.000 millones.

En el ámbito privado, si bien la mayoría de las empresas indias se dedican a la farmacéutica, cerca del 20% realiza aplicaciones en el sector silvoagropecuario, destacando Biocon Inc., con una importante inversión en tecnologías en fermentaciones y enzimas.

### **Japón**

Los primeros esfuerzos de investigación en Ingeniería Genética vienen desde la década del 70'. En el año 2000, las ventas de productos y servicios basados en ADN recombinante, cultivo de células y otros sectores relacionados sumaron más de ¥1.180 billones (US\$ 10.000 millones) y el número de empleados en la bioindustria era de aproximadamente 35.000.

Si bien gran parte de las cerca de 300 empresas biotecnológicas japonesas se dedican al área farmacéutica, en el último tiempo se ha apreciado un gran auge de la biotecnología silvoagropecuaria, especialmente en la manipulación genética de especies, formándose grandes conglomerados, resultantes de joint ventures y acuerdos de cooperación entre empresas locales y multinacionales estadounidenses y europeas.

### **México**

Con investigaciones que datan desde los 80's, es uno de los 10 países en el mundo que normalmente planta, consume y comercializa alimentos transgénicos como canola, tomate, maíz, algodón, papa y soya.

Todo este mercado biotecnológico ha sido desarrollado por el riguroso trabajo de privados, centros de estudios locales y la constante supervisión del Gobierno, a través de la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM). Dicha Comisión agrupa a seis Secretarías de Estado y a la Comisión nacional de ciencia y tecnología CONACYT.

El mayor representante de la industria biotecnológica local es Savia/Pulsar, que a través de sus subsidiarias Bionova y Seminis es una de la mayores transnacionales de agrobiotecnología, dedicada principalmente a la transgenia en especies vegetales para consumo humano, como frutas tropicales de maduración retardada.

### **Brasil**

El desarrollo de la Biotecnología en Brasil es fomentado con una importante inversión pública por parte del Ministerio de Ciencia y Tecnología, a través del Programa de Apoyo al Desarrollo Científico y Tecnológico. Además, destacan empresas públicas dedicadas a la I+D, como EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria).

Se estima que un 25% de las 300 empresas brasileñas relacionadas con la biotecnología se dedican al sector silvoagropecuario, algunas agrupadas en asociaciones como Biominas.

Por otra parte, Brasil ha autorizado recientemente el cultivo de soya transgénica en algunas zonas del país, formalizando una actividad que se venía realizando en forma ilegal desde bastante tiempo.

## **Argentina**

En el sector silvoagropecuario, Argentina destaca por ser uno de los países que más rápidamente adoptaron el cultivo de plantas transgénicas, siendo actualmente el segundo país con mayor superficie cultivada, representando el 23% del total mundial.

Esto ha motivado que las grandes transnacionales que comercializan estos productos se instalen en este país.

Entre las empresas locales, destaca BioSidus, perteneciente al grupo farmacéutico Sidus, que el año 2003 logró la clonación de una ternera, investigación que ha logrado producir a nivel piloto hormona de crecimiento, como también anticuerpos de interés médico en la leche de vaca.

## **PARA MÁS INFORMACIÓN**

### **Biotechnology Industry Organization – BIO (USA)**

[www.bio.org](http://www.bio.org)

### **Nasdaq Biotech Index**

[http://www.nasdaqtrader.com/dynamic/newsindex/nasdaqbiotech\\_2004.stm](http://www.nasdaqtrader.com/dynamic/newsindex/nasdaqbiotech_2004.stm)

### **Global Biotechnology Report 2003, Ernst&Young**

Informe sobre el estado de la industria biotecnológica global. Resumen ejecutivo en: [www.ey.com/beyondborders](http://www.ey.com/beyondborders)

### **BioIndustry Association – BIA (UK)**

[www.bioindustry.org/](http://www.bioindustry.org/)

### **European Association for Bioindustries**

[www.europabio.org](http://www.europabio.org)

### **Asociación Española de Bioempresas – ASEBIO**

[www.asebio.org](http://www.asebio.org)

### **BIOTECCanada**

[www.biotech.ca](http://www.biotech.ca)

### **BIOTECH JAPAN**

[www.biojapan.org](http://www.biojapan.org)

# BIOTECNOLOGÍA SILVOAGROPECUARIA EN CHILE

Históricamente las principales actividades económicas realizadas en Chile se han basado en la explotación de recursos naturales, principalmente la minería y la agricultura, incorporándose en el último tiempo algunos nuevos sectores de importancia como la producción forestal, la industria del vino y la acuicultura.

Si bien en las últimas décadas se ha producido una innovación tecnológica de importancia en estos sectores, modificando sustancialmente los procesos tradicionales de producción, aún los principales productos de la industria nacional son commodities que no presentan gran diferenciación respecto a las producciones de otras naciones.

Esta situación es preocupante, ya que las estrategias de desarrollo de largo plazo deben orientarse hacia la elaboración de productos de alto valor agregado, puesto que son éstos los que marcan diferencias en los mercados internacionales, y reflejan la creatividad de un país, fuente inagotable de recursos.

En esta búsqueda por aumentar la innovación contenida en los productos derivados de los recursos naturales, la Biotecnología se ha constituido en uno de los principales instrumentos a nivel mundial, con impresionantes avances en las últimas dos décadas. Por tanto, esta disciplina pudiese ser la clave para que Chile pase a una nueva fase de desarrollo en su producción.

Sin embargo, el desarrollo de la Biotecnología nacional ha sido más bien

tardío, especialmente en el ámbito privado, lo que deja al país en desventaja respecto a algunos de sus principales competidores en los mercados internacionales.

## INDUSTRIA DE LA BIOTECNOLOGÍA SILVOAGROPECUARIA EN CHILE

A nivel país, la mayoría de los recursos destinados a la Investigación y Desarrollo (I+D) provienen del Estado, superando el 80% del total, situación inversa a lo que ocurre en las naciones industrializadas, en que el sector privado es el impulsor principal de la innovación.

El desarrollo de la Biotecnología en el sector silvoagropecuario nacional refleja esta realidad, siendo las universidades y centros de estudios los líderes en investigación, financiada principalmente a través de los diferentes fondos concursables de innovación tecnológica de instituciones estatales.

En este sentido, se estima que del total de los recursos invertidos en I+D en biotecnología silvoagropecuaria a partir del año 1990, sólo un 22% proviene de aportes directos de empresas<sup>1</sup>, ya sea como ejecutor principal del proyecto o como entidad asociada.

Hasta el año 2003, se han realizado casi 200 proyectos apoyados por fondos concursables estatales en el área de la biotecnología agrícola, forestal y pecuaria, siendo los principales FONDECYT, FONDEF, FIA y FONTEC (Cuadro 1). Cada uno de estos fondos concursables presenta diferentes características<sup>2</sup>, pudiendo las empresas postular directamente en algunos y sólo como entidades asociadas en otros.

CUADRO 1:  
PROYECTOS DE BIOTECNOLOGÍA SILVOAGROPECUARIA  
POR FONDO CONCURSABLE SEGÚN SECTOR

	FIA	FONTEC	SAG	FDI	FONDECYT	GENOMA	FONDEF
AGRICOLA	26	13	3	3	33	3	13
FORESTAL	2	6	0	9	8	0	16
PECUARIO	15	17	2	1	13	0	5
TOTAL	43	36	5	13	54	3	34

Fuente: Sistema Nacional de Información en Biotecnología Silvoagropecuaria (SINABSI)

Las principales instituciones públicas que han llevado a cabo estos proyectos son el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y el Instituto Forestal de Chile (INFOR). En cuanto a las universidades, aquellas que presentan mayor cantidad de proyectos son: U. de Chile, P.U. Católica de Chile, U. de Concepción, U. Austral, U. de Talca y P.U. Católica de Valparaíso. Destaca también la participación de Fundación Chile<sup>3</sup>.

En cuanto a las empresas que han tomado parte en la ejecución de los proyectos, a partir del análisis de su participación en

proyectos de I+D es posible generar la siguiente caracterización:

- **TIPO 1:** Grandes empresas del sector silvoagropecuario, que tienen capacidad propia para realizar I+D, y que utilizan los fondos concursables como una fuente secundaria de financiamiento. La principal empresa de este tipo es Celulosa Arauco y Constitución S.A.

- **TIPO2:** PYMES del sector silvoagropecuario, que utilizan los fondos concursables como fuente principal de financiamiento para sus actividades de

<sup>1</sup>Esta cifra ha sido calculada sobre la base de una encuesta realizada para la realización del presente documento.

<sup>2</sup>Para más detalles al respecto, ver Anexo 1.

<sup>3</sup>Para más detalles al respecto, ver Anexo 5.

I+D. Alrededor de setenta empresas de este tipo han participado en proyectos de biotecnología silvoagropecuaria<sup>4</sup>, generalmente con aportes de financiamiento reducido y relacionado con alguna investigación específica.

• **TIPO 3:** PYMES biotecnológicas, cuya principal actividad es I+D<sup>5</sup>. Nueve empresas de este tipo han participado en estos proyectos, siendo las principales: BiosChile, BTA, Diagnetec, BioSonda, Biopol.

De acuerdo con el análisis de casos, en general realizar inversión en innovación biotecnológica ha resultado rentable para estas empresas, permitiendo a las de Tipo 1 optimizar procesos de producción, a las de Tipo 2 elaborar nuevos productos o mejorar los existentes y a las de Tipo 3 diversificar sus productos y servicios.

En una encuesta realizada a los encargados de proyecto para la elaboración del presente documento, se indicó que cerca del 85% de las investigaciones tuvieron resultados exitosos y se realizaron dentro de los plazos estipulados. De éstas, un 75% fueron aplicadas o dieron origen a nuevos proyectos.

Si bien la mayoría de los encuestados no pudo entregar cifras respecto a las rentabilidades, en la totalidad de los proyectos que implementaron sus resultados se señaló que no existieron pérdidas asociadas.

Esto no implica que los proyectos biotecnológicos sean de bajo riesgo, sino que más bien representa la situación nacional de las inversiones privadas en el

sector, en que, por lo general, el alto costo, fijo que implica la I+D (laboratorios, instrumentos, especialistas) es cubierto por las universidades e institutos, y gran parte de los otros gastos pueden ser financiados con subsidios estatales.

Por tanto, resulta atractivo para las empresas silvoagropecuarias nacionales realizar innovación biotecnológica, especialmente cuando es posible establecer algún tipo de alianza con instituciones dedicadas netamente a la investigación<sup>6</sup>.

Además, es importante considerar que en el marco de la Política Nacional Para el Desarrollo de la Biotecnología, que el Gobierno se encuentra implementando, se considera una serie de estímulos para que las empresas efectúen este tipo de inversiones, tales como incentivos tributarios y a la formación de consorcios de investigación.

Sin embargo, es trascendental considerar que los subsidios estatales sólo se limitan a las fases iniciales de la innovación tecnológica, por lo que las empresas, especialmente aquellas de TIPO 1, deben apuntar a utilizar éstos como un mecanismo para implementar una estructura propia de I+D y adquirir el *know how* requerido para llevar a cabo este tipo de proyectos.

En lo referente a las empresas de TIPO 2, si bien por lo general no tienen la capacidad de realizar I+D por su cuenta, pueden apuntar a la formación de consorcios o asociaciones de empresas con necesidades similares, que a su vez se relacionen con universidades e institutos de investigación, que aprovechen economías de escala para

<sup>4</sup>Cifra estimada sobre la base de información de SINABSI.

<sup>5</sup>Sin embargo, el sector silvoagropecuario no es el principal en que estas empresas aplican sus resultados. Para más detalles al respecto, véase "Caracterización de la Industria Biotecnológica Chilena". Gil, L., Martínez, V., Dornberger, U. (2002).

<sup>6</sup>En el Anexo 2 se mencionan algunos modelos para efectuar este tipo de alianzas.

llevar acabo actividades de innovación y obtener financiamiento para éstas.

Si bien la I+D es la alternativa más innovadora y diferenciadora para la incorporación de biotecnologías en la empresa, también es la más riesgosa y que requiere de mayores plazos, por lo que se suele buscar otras alternativas, tales como transferencia tecnológica y licenciamientos, tanto desde el extranjero como a nivel nacional.

A pesar de su menor costo relativo, especialmente por ahorros en costos hundidos de investigación, igualmente son pocas las empresas que han decidido incorporar biotecnología con estas alternativas, lo que, principalmente, puede ser debido a falta de conocimiento del tema.

## APLICACIONES BIOTECNOLÓGICAS POR SECTOR<sup>7</sup>

El nivel de la investigación en el ámbito de la Biotecnología en Chile es de primer nivel, existiendo profesionales de gran calidad y una infraestructura adecuada (aunque todavía deficitaria). Esto se refleja en el importante número de proyectos de I+D en el sector silvoagropecuario, que tratan una diversidad de problemáticas nacionales, y que muestran una interesante descentralización, señalando que las capacidades de innovación están a lo largo de todo el país.

Sin embargo, muchos de los proyectos con gran potencialidad sólo han permanecido en fases iniciales de desarrollo, generalmente por falta de apoyo o interés de participación por parte de empresas privadas, tanto en las etapas iniciales, lo que provoca que muchas investigaciones

no se orienten hacia necesidades de mercado, como en las fases finales, impidiendo la gestión correcta de los resultados y su comercialización.

Debido a esto, es muy importante dar a conocer las principales iniciativas de investigación en Biotecnología silvoagropecuaria que se han realizado, pues éstas representan una oportunidad poco explorada que puede ser de gran utilidad para la empresa nacional, tanto PYMES como grandes productores.

## AGRICULTURA

Es el sector que mayor cantidad de proyectos en I+D biotecnológica presenta, ejecutándose hasta ahora un total de 94. En promedio, estos desarrollos han tenido una duración de 40 meses cada uno, recibiendo financiamiento por parte de fondos concursables del orden de los \$110 millones.

Debido a sus particularidades, este sector será dividido en subsectores productivos para la realización del análisis:

### Horticultura

La especie que ha captado la mayor atención por parte de los investigadores es la **papa**, con 7 proyectos que han buscado realizar mejoras genéticas y erradicar enfermedades.

Estos proyectos han sido realizados principalmente por el INIA, destacando un programa de fitomejoramiento iniciado el año 1981, con una duración de 11 años, que permitió la introducción de nuevas variedades de papas en el país, que fueron sometidas a diferentes pruebas basadas en técnicas de biotecnología.

<sup>7</sup>En el Anexo 4 es posible encontrar la información completa de todos los proyectos realizados.

**CUADRO 2:  
CANTIDAD DE APLICACIONES BIOTECNOLÓGICAS  
POR ESPECIE AGRÍCOLA**

Especie	Nº de Proyectos
Vid	13
Papa	7
Frutilla	5
Trigo	4
Ajo	2
Berries	2
Manzana	2
Nectarín	2
Pimentón	2

Fuente: SINABSI

Otro de los proyectos que realiza INIA en la actualidad, en conjunto con la empresa Viveros Hortifrut Chile S.A., consiste en la evaluación del uso de una técnica denominada Sistema de Inmersión Temporal (SIT) en la papa, que tiene como objetivo reducir los costos y plazos requeridos para realizar micropropagación, obteniendo resultados iniciales prometedores.

Además, se han efectuado programas de selección y mejoramiento genético tendiente a crear resistencia ante ciertas enfermedades, como el "carbón de la papa" y el nematodo dorado. Algunas de estas investigaciones incluyen el uso de transgenia, aplicada exitosamente a escala experimental para transferir resistencia a bacterias y virus.

Otras especies en que se ha realizado alguna innovación biotecnológica a nivel nacional son:

- **Ajo**, propagaciones *in vitro* realizadas por INIA.
- **Tomate**, elaboración de biopesticidas específicos por parte de la U. de Talca, que han sido la base para productos

que ofrecerá la empresa BioInsumos Nativa Ltda.

En general, la participación de empresas ha sido poco significativa en este subsector.

### **Fruticultura**

Se ha realizado gran cantidad de aplicaciones de tecnologías *in vitro* y de marcadores moleculares, para la identificación y selección de **vid**, con la capacidad de resistir algunas enfermedades, principalmente el hongo *Botrytis cinerea*, además de elaboración de nuevas técnicas de detección de patógenos. El principal ejecutor de estas investigaciones es INIA.

En este sentido, destaca la creación de un tipo de vid transgénico, que presenta la capacidad de resistir enfermedades fungosas. Se han obtenido resultados experimentales iniciales exitosos, pero aún se debe continuar la investigación. Este proyecto ha sido ejecutado por INIA y cuenta con la participación de Fundación Chile, a través de Biogenetic S.A. y la empresa Agrícola Brown Ltda.

Otro proyecto importante, desarrollado por la U. de Chile, con la participación de Viña Santa Rita y Univeros S.A., consiste en el desarrollo de un sistema de diagnóstico, basado en técnicas moleculares, para detectar los principales virus y fitoplasmas que afectan a la vid nacional.

Además, INIA ha experimentado la aplicación de SIT en vides y arándanos, con el objetivo de mejorar los métodos de micropropagación de éstos.

Por otra parte, el año 2002 el Gobierno destinó recursos especiales para la realización de proyectos relacionados con Biotecnología en recursos naturales renovables, a través de los que se generaron dos iniciativas que buscan aumentar el conocimiento del genoma de la vid y su expresión en diferentes etapas del ciclo de vida, siendo los principales ejecutores la U.T. Federico Santa María y la P. U. Católica, además de la participación de otras instituciones públicas y privadas.

Otro proyecto financiado por esa vía es: "*Genómica Funcional en Nectarines: Plataforma para fomentar la competitividad de Chile en exportación de frutas*", que busca conferir a los **nectarines** la capacidad de retardar su maduración, con el objetivo de eliminar la necesidad de realizar congelamiento de éstos al ser exportados, lo que implica pérdidas de sus cualidades organolépticas.

Otras especies en las que se han aplicados biotecnologías son:

- **Frutilla**, identificación, selección y propagación con técnicas biotecnológicas.
- **Berries**, utilización de marcadores moleculares por parte de la empresa Hortifrut S.A.
- **Manzana**, control de enfermedades, realizado por INIA.
- **Melón**, producción de transgénicos (a

escala experimental) resistentes a virus, realizado por INIA.

## Cereales

La mayoría de las innovaciones nacionales se han realizado en **trigo**, buscándose llevar a cabo fitomejoramientos para optimizar las condiciones comerciales de este producto. Particularmente, destaca el proyecto ejecutado por INIA a partir de 1998, con una importante participación del sector privado nacional e internacional, que ha obtenido excelentes resultados preliminares.

Otro proyecto de interés, también ejecutado por INIA, es la producción de un tipo de trigo transgénico, que incorpora genes de lupino que le permiten utilizar de manera eficiente las reservas de nutrientes (específicamente fósforo) que existen en las zonas en que es cultivado.

Además, se han utilizado biotecnologías en:

- **Arroz**: La U. de Talca ha estudiado la incorporación de biopesticidas en su producción.
- **Cebada**: Desarrollo de líneas puras por parte de INIA.

## Vitivinicultura

Además de la gran cantidad de proyectos relacionados con aplicaciones biotecnológicas en la vid, se ha realizado una importante investigación en la optimización del proceso de elaboración del vino.

Destaca en este sentido un importante esfuerzo por realizar la identificación, clasificación y selección de cepas de levadura nativa, en busca de que la producción vinífera nacional presente cualidades organolépticas únicas y reproducibles en el tiempo por parte de los

productores locales.

El más importante proyecto que ha trabajado en esta área tiene como ejecutor principal a la U. de Santiago, y cuenta con la participación de las viñas Miguel Torres y Lomas de Cauquenes, además de la empresa internacional DSM. Se han generado resultados exitosos, que se encuentran en proceso de protección de la propiedad intelectual y que se espera pronto comiencen a ser comercializados.

Otro proyecto aborda la "*Diferenciación de los vinos tintos chilenos en el mercado mundial, mediante la determinación de marcadores moleculares característicos en cuanto a cepa y origen*", que busca que los productores de vino chileno cumplan con los estándares internacionales respecto a la certificación de origen. La ejecución principal es de la U. de Chile, y además participan las viñas Miguel Torres y Concha y Toro, entre otros privados.

Otro proyecto en curso estudia el diagnóstico de virus y fitoplasmas que afectan a la vid, desarrollado por la Universidad de Chile y la Viña Santa Rita.

### Floricultura

Se han realizado cultivos *in vitro* de diferentes especies, como **cala**, **Rhodophiala** y **lilium**, con el objetivo de obtener variedades de alto valor comercial y libres de algunos patógenos comunes.

En este sentido, se destaca un proyecto exitoso de micropropagación de **copihues**, especie considerada en peligro de extinción, realizado por la empresa Agromen en conjunto con investigadores de la U. de la Frontera y Vitrogen S.A.

### Agroindustria

La Biotecnología presenta una gran cantidad de oportunidades para este sector, pese a lo cual en el país la inversión en I+D al respecto es aún muy limitada.

No obstante, se han realizado algunos proyectos, como "*Optimización de procesos de producción y recuperación de aromas en jugos, vinos y destilados*", ejecutado por la P.U. Católica de Chile y la Cooperativa Agrícola Pisquera, entre otros asociados, que busca identificar los factores que determinan el aroma de diferentes productos, con el fin de obtener mejoras en el proceso de producción que permitan aumentar la calidad final.

En cuanto a la obtención de nuevos productos, se encuentra el proyecto "*Producción de papaína industrial desde cultivos de papaya*", por la empresa Technologic Farm S.A., enfocado a la producción de una enzima de gran aplicación en diferentes industrias.

Una de las áreas de mayor investigación es la extracción de fructoligosacáridos (FOS), un importante prebiótico. La P.U. Católica de Chile realizó un proyecto que permite su obtención desde el tubérculo topinambur, y en la actualidad se está desarrollando un proyecto, ejecutado por Apablaza y Santelices Ltda., Biofrut S.A. y Biprocesos Chile S.A., que está detrás de los mismos objetivos.

La revalorización de residuos generados en procesos agroindustriales también es un mercado muy interesante de abordar. En este ámbito, destacan empresas como Industrias Vinicas S.A., que utilizando el "orujo" desechado por la industria vitivinícola se ha potenciado como el segundo productor de ácido tartárico en el mundo.

## SECTOR FORESTAL

En la industria forestal nacional la Biotecnología ha tenido un gran desarrollo, con importantes aportes por parte de privados. Dos empresas destacan como las principales ejecutoras no públicas de proyectos de I+D:

- **Bioforest:** Pertenece al holding Celulosa Arauco y Constitución. Esta empresa cuenta con una adecuada infraestructura para desarrollar I+D, centrándose especialmente en mejoramiento genético y protección fitosanitaria.
- **Genfor:** Surge de un joint venture con capital inicial de US\$ 4 millones, en el que participan las empresas: Biogenetic (Estados Unidos), Cellfor (Canadá) e

Interlink (relacionada con Fundación Chile). Su principal área es el mejoramiento genético de pino radiata.

La duración promedio de las iniciativas de innovación realizadas con apoyo de fondos concursables estatales en este sector es de 36 meses y el aporte promedio los \$160 millones por cada proyecto.

Las especies que han motivado mayor atención por parte de investigadores y empresarios son aquellas que tienen interés comercial, especialmente pino y eucalipto, destacando también importantes estudios en especies nativas y gran cantidad de innovaciones tendientes a mejorar el proceso de producción de la celulosa (Cuadro 3).

CUADRO 3:  
CANTIDAD DE APLICACIONES BIOTECNOLÓGICAS  
POR ESPECIE O PROCESO FORESTAL

Especie/Proceso	Nº de Proyectos
Celulosa	10
Eucalipto	9
Especies Nativas	8
Pino	7
Álamo	3

Fuente: SINABSI

A continuación se presentará un análisis en detalle de las principales aplicaciones realizadas en cada especie y en el proceso de producción de celulosa.

### Eucalipto

Las primeras experiencias de aplicación de biotecnologías en esta especie fueron realizadas por INFOR el año 1991, y continuadas en 1995 a través del "Programa de mejoramiento genético de especies del género *Eucalyptus*", que permitió la introducción de nuevas especies al país y su reproducción en laboratorio.

Se ha realizado gran cantidad de investigación respecto a la micropropagación de esta especie, destacando proyectos

realizados por INIA y las empresas Bioforest y Cefor.

Muy importante es el programa que busca generar especies del género *eucalyptus globulus* modificados genéticamente que tengan la capacidad de ser tolerantes al frío, ya que las condiciones climáticas adversas dificultan el establecimiento de este cultivo en el país. El proyecto es desarrollado por INFOR y Bioforest, junto a varias empresas forestales, y, en paralelo, por la empresa Vitrogen y la U. de la Frontera.

Otra alternativa que ha estudiado INFOR es la posibilidad de establecer plantaciones de eucalipto en zonas semiáridas del territorio nacional, como la IV Región,

mediante técnicas relacionadas con el cultivo de tejidos. Este proyecto aún se encuentra en fase experimental.

## **Pino**

En pino también se ha realizado gran cantidad de investigación de cultivo de tejidos en laboratorio con el fin de realizar selección y mejoramiento de especímenes.

Uno de los principales usos de la biotecnología en esta especie es la creación de mecanismos de control para una plaga que produce grandes perjuicios económicos en las plantaciones de pino radiata, denominada "polilla del brote". Una de las alternativas estudiadas fue el uso de biopesticidas, generados a partir de hongos nativos. Este proyecto, desarrollado por INIA y la empresa Controladora de Plagas Forestales S.A., tuvo resultados positivos, y es una alternativa que está a la espera de ser comercializada.

Otra opción para enfrentar la plaga ha sido el uso de otro organismo benéfico, la avispa *Trichogramma*, que se ha reproducido masivamente en laboratorio. Esta iniciativa también ha tenido resultados exitosos.

Además, se ha buscado la alternativa de crear pinos modificados genéticamente, que tengan la capacidad de resistir el ataque de la polilla del brote, entre otros agentes nocivos, especialmente hongos. Esta línea de trabajo ha sido seguida, principalmente, por Genfor. También la P.U. Católica de Chile ha desarrollado líneas transgénicas, en asociación con algunas empresas forestales, que buscan generar cultivos de mayor valor comercial.

Otro tipo de aplicación biotecnológica que se ha estudiado para pino, es la reducción de los contenidos de algunos compuestos de la resina (denominados pich), que son

indeseables para efectos comerciales, mediante agentes biológicos. Este proyecto ha sido ejecutado por la U. del Bío-Bío, asociada a empresas forestales y universidades extranjeras.

## **Especies Nativas**

Diversos estudios se han realizado en especies nativas, especialmente con dos objetivos:

1) **Realizar aplicaciones biotecnológicas que agreguen valor comercial a éstas, con el objetivo de diversificar la actividad forestal local:** Destaca la aplicación de biotecnologías en coihue, laurel, lenga, raulí, roble y ulmo, realizadas principalmente por INFOR y la U. Austral, con la participación de empresas forestales. El objetivo de las investigaciones es mejorar genéticamente las especies y acelerar el ciclo de reproducción, mediante técnicas de cultivo *in vitro*.

2) **Conservar especies en peligro de extinción:** Algunas biotecnologías, como el cultivo de tejidos vegetales y el uso de marcadores moleculares, son herramientas poderosas para la conservación de especies en peligro de extinción, existiendo algunas investigaciones al respecto en el país.

## **Álamo**

Se han realizado estudios tendientes a introducir mejoras genéticas y nuevas técnicas de propagación en esta especie, con el fin de ser utilizada como una alternativa comercial a las plantaciones de pino y eucalipto.

Las investigaciones han sido realizadas por la U. de Talca y la U. de Chile, con participación de algunas empresas forestales, y han permitido la introducción de nuevas variedades desde el extranjero.

## Producción de celulosa

En este sector la aplicación de biotecnología tiene grandes proyecciones, y así lo han entendido las empresas productoras del sector, apoyando fuertemente la I+D en este sentido. Tres son las principales líneas de investigación que se han seguido:

1) **Biopulpaje:** Es un pretratamiento realizado a las astillas para aumentar el rendimiento de la producción por tecnología kraft, que consiste en utilizar las propiedades de algunos hongos para degradar la lignina. Esta biotecnología se originó a partir de un estudio ejecutado por la U. de Chile y la empresa Celulosa Arauco y Constitución S.A., y ya ha sido aplicada exitosamente en pino radiata, con una rentabilidad estimada para el primer año de 38% por sobre la inversión, y con protección de propiedad intelectual en Chile y Nueva Zelanda. Actualmente se evalúa su aplicabilidad en eucalipto.

2) **Bioblanqueamiento:** Consiste en agregar enzimas específicas para optimizar la etapa de blanqueamiento del proceso kraft y tornándolo menos contaminante. Se origina a partir de un estudio realizado por la P.U. Católica de Chile y Celulosa Arauco y Constitución S.A. Si bien ha tenido

resultados exitosos, siendo incorporada al proceso, algunas condiciones tecnológicas impiden su correcta aplicación.

3) **Biorremediación:** Uno de los mayores problemas de la industria de celulosa son los altos niveles de contaminación que produce, por lo que la utilización de esta biotecnología para el tratamiento y eliminación de residuos ha sido ampliamente estudiada. En este sentido destacan investigaciones realizadas por la P.U. Católica de Chile y la U. de Concepción, además de algunas empresas, que además han buscado crear subproductos a partir de los desechos. Actualmente, es común el uso de "lodos activos" para el tratamiento de contaminantes de la celulosa, los cuales utilizan bacterias.

## GANADERÍA

En aplicaciones biotecnológicas pecuarias, se han realizado 53 proyectos de innovación con el apoyo de fondos concursables estatales, destinados en su mayoría a especies de interés comercial, como bovinos, ovinos y camélidos (Cuadro 4). La duración promedio de estos proyectos ha sido de 40 meses, con financiamientos menores que en los otros sectores, promediando \$65 millones por investigación.

CUADRO 4:  
CANTIDAD DE APLICACIONES BIOTECNOLÓGICAS  
POR ESPECIE PECUARIA

Especie	Nº de Proyectos
Bovinos	10
Ovinos	8
Camélidos	7
Caprinos	5
Equinos	3

Fuente: SINABSI

El aporte del sector privado ha sido más bien limitado, restringiéndose principalmente a PYMES del sector y biotecnológicas (Tipos 2 y 3). La mayoría de los proyectos han sido ejecutados por INIA y universidades.

A continuación se analizará los principales proyectos de I+D para cada especie pecuaria de interés.

## Bovinos

Las investigaciones en esta especie se han centrado, principalmente, en dos áreas:

**1) Técnicas reproductivas y de mejoramiento genético:** Reproducción *in vitro* e identificación de individuos, con el fin de realizar cruza selectivas. Destaca el proyecto realizado por la U. de Concepción, con el objetivo de incrementar la productividad en la extracción de leche, obteniendo excelentes resultados iniciales que beneficiarán tanto a las empresas que participaron asociadas al proyecto como a otras de la VIII Región, creando negocios internacionales estimados en \$4.000 millones.

**2) Diagnóstico de enfermedades:** Se han realizado estudios para diversas patologías, destacando el estudio de la U. Austral, en conjunto con SAG de la X Región, para realizar un kit de diagnóstico de la tuberculosis bovina (*M. bovis*), que se está aplicando actualmente en forma experimental. Otro proyecto importante es la utilización de técnicas como PCR y ELISA para detectar enfermedades de la vaca lechera (brucelosis, leucosis, diarrea bovina viral, IBR), ejecutado por el INIA y las empresas Surlat, Soprole y Loncoleche.

## Ovinos

Los estudios se han centrado en mejorar las tecnologías de inseminación artificial y lograr efectuar cruza selectivas para aumentar la calidad del ganado, generalmente con el objetivo de crear la capacidad de incorporar nuevas razas en la XII Región. Algunas de las razas con las que se ha experimentado son: Latxa, Dohne Merino y Texel.

## Camélidos

Los estudios se centran en reproducción artificial para especies como alpaca, guanaco, llama y vicuña.

Destaca el proyecto "*Conservación y mejoramiento del patrimonio genético y sanitario de camélidos sudamericanos en Chile*", realizado por el criadero Llamas del Sur, que ha permitido crear un registro nacional genealógico para realizar una actividad de mayor calidad.

También es importante un proyecto ejecutado por INIA, en el que se utilizó la técnica de marcadores genéticos para estudiar las similitudes y diferencias entre los cuatro camélidos sudamericanos.

## Caprinos

Los proyectos se han basado en crear capacidades para realizar inseminación artificial, selección e introducción de nuevas razas. La Sociedad Nacional de Agricultura (SNA), ha creado un laboratorio para la identificación del perfil genético de individuos, con el objetivo de crear una masa ganadera de mayor calidad.

## Equinos

Las investigaciones se han centrado en la selección de caballos de fina sangre y la preservación de especies. En el primer caso, destaca el laboratorio creado por la SNA, con el objetivo de realizar identificación genética de individuos para el Registro de los Caballos de Pura Raza Chilena.

Por otra parte, la U. de Concepción ha realizado un proyecto que busca recuperar, conservar y multiplicar a caballos de raza chilota, realizando un estudio de su viabilidad genética, para difundirlos en sectores productivos nacionales e internacionales.

## OPORTUNIDADES PARA LA INVERSIÓN PRIVADA EN BIOTECNOLOGÍA

- Alta calidad de los profesionales en el área investigación.
- Infraestructura adecuada por parte de universidades e institutos de investigaciones, que permite la formación de joint ventures y otro tipo de alianzas estratégicas para invertir en I+D sin incurrir en altos costos fijos.
- Apoyo estatal mediante fondos concursables y otros incentivos. En este sentido, la Biotecnología ha sido definida como una de las áreas claves por parte del Gobierno.
- Estabilidad política, social y macroeconómica del país, que permite realizar inversiones de largo plazo.
- Tratados de Libre Comercio que permiten la posibilidad de: un mejor acceso a insumos de alta tecnología, efectuar transferencias tecnológicas, comercializar en mercados internacionales y realizar acuerdos con empresas pertenecientes a países con mayor desarrollo tecnológico.
- Necesidad por parte de los investigadores de enfocar sus estudios hacia el sector productivo.
- Pronta implementación de la Política Nacional Para el Desarrollo de la Biotecnología, que permitirá tener un marco legal claro para la aplicación de investigaciones relacionadas con esta disciplina.
- Existencia de grandes empresas productoras de recursos naturales que necesitan integrar tecnologías de punta en sus procesos, lo que crea oportunidades para empresas de productos y servicios biotecnológicos.

## DESAFÍOS DE LA INVERSIÓN EN BIOTECNOLOGÍA

- Aumentar la participación del sector privado en I+D, tanto en el aporte de capitales como en la definición de las líneas de investigación. Esto es especialmente necesario, debido al gran déficit actual, en los sectores hortícola, frutícola, pecuario y agroindustrial.
- Incentivar la “empresarización” de los resultados obtenidos en las investigaciones, ya sea creando nuevas empresas, licenciando productos o incorporándolos en empresas ya existentes.
- Profundizar los mercados financieros y bursátiles locales, con el objetivo de crear las condiciones para la implementación de capitales de riesgo como alternativa de financiamiento, para los cuales Chile debiese ser una alternativa viable debido a la estabilidad macroeconómica, política y social.
- Implementar efectivamente el mecanismo de Bolsa Emergente como alternativa para el financiamiento de empresas centradas en la I+D.
- Fomento a la exportación de los productos y servicios generados a partir de la I+D, puesto que el mercado local es pequeño.
- Incentivar la creación de empresas spin off a partir de las grandes empresas nacionales relacionadas con los recursos naturales.
- Atraer la transferencia de tecnologías desde el exterior, a través de empresas y organismos especializados.
- Crear una cultura de Protección de la Propiedad Intelectual de los resultados de la I+D, tanto en Chile como en el exterior.
- Aumentar las iniciativas de asociación entre Universidad-Empresa-Gobierno, mediante parques tecnológicos centrados en Biotecnología u otras modalidades, en que participen tanto empresas biotecnológicas como relacionadas con la explotación de recursos naturales y procesos industriales.

## **PARA MÁS INFORMACIÓN**

### **Sistema de Información Nacional en Biotecnología Silvoagropecuaria (SINABSI)**

<http://www.biotecnologia.fia.gob.cl/>

### **Comisión Nacional para el Desarrollo de la Biotecnología**

<http://www.biotecnologia.fia.gob.cl/comision/index.htm>

### **Informe al Presidente de la República**

<http://www.biotecnologia.fia.gob.cl/comision/documentos/informefinal.pdf>

### **“Caracterización de la industria biotecnológica chilena”**

Lionel Gil, Víctor Martínez y Utz Dornberger. CamBioTec (2002)

[http://www.uni-leipzig.de/sept/downloads/Biotecnologia\\_Chile\\_2002.pdf](http://www.uni-leipzig.de/sept/downloads/Biotecnologia_Chile_2002.pdf)

### **“La industria de la Biotecnología aplicada a los sectores hortofrutícola y forestal”**

Jorge Martínez y Ariel Orellana. Ministerio de Economía, Programa de Prospectiva Tecnológica.

[http://www.ppt.cl/archivos/Diagnostico\\_BT\\_aplicada\\_a\\_IHF\\_e\\_IF.PDF](http://www.ppt.cl/archivos/Diagnostico_BT_aplicada_a_IHF_e_IF.PDF)

### **Noticias en Internet sobre la industria biotecnológica nacional:**

- <http://www.bioenlaces.cl/>
- <http://www.bioplanet.net/>

# ANEXO 1: FUENTES DE FINANCIAMIENTO NO TRADICIONAL PARA I+D EN BIOTECNOLOGÍA

## FONDOS CONCURSABLES

El Gobierno de Chile ha determinado que el avance tecnológico representa una de sus mayores prioridades, y se ha propuesto como un objetivo elevar la inversión nacional en I+D al 1,2% del PIB para el año 2006<sup>1</sup>. Para alcanzar este objetivo, el Gobierno ha creado el Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica (PDIT) 2002 - 2006, continuador de otros programas anteriores, que es dirigido por el Ministerio de Economía, y cuenta con el aporte del Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Este programa posee cuatro áreas estratégicas: Tecnologías de la Información, Biotecnología, Gestión Ambiental y Calidad,

con actividades para el financiamiento de proyectos de I+D a través de fondos de desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos, siendo uno de sus objetivos responder a la demanda de las empresas e instituciones del sector privado en las áreas y sectores prioritarios del país.

Los proyectos de I+D se financian, principalmente, a través de los fondos concursables que ofrecen diferentes instituciones estatales. En la siguiente tabla, se describe la duración y financiamiento promedio que cada fondo otorgó a proyectos de innovación relacionados con Biotecnología silvoagropecuaria a partir del año 1990:

DURACIÓN Y FINANCIAMIENTO DE PROYECTOS APOYADOS POR FONDOS CONCURSABLES ESTATALES

Fondo	Duración Promedio (Meses)	Financiamiento Promedio (Miles)
SAG	38	\$ 175.000
FDI	38	\$ 170.000
FONDEF	42	\$ 145.000
FIA	44	\$ 85.000
FONDECYT	33	\$ 63.000
FONTEC	36	\$ 31.000

Fuente: Elaborado sobre la base de información de SINABSI.

Se consideraron 188 proyectos en total.

A continuación se describirán las principales características de cada uno de estos fondos concursables:

### 1. FONDOS CONCURSABLES DE LA FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA (FIA)

FIA depende del Ministerio de Agricultura de Chile. Su función es fomentar y promover la transformación de la agricultura y de la

economía rural del país. Para lograr este objetivo global, se basa en tres objetivos específicos:

- Promover y fomentar la incorporación de innovaciones en las distintas actividades de la agricultura.
- Articular y complementar los esfuerzos de innovación de los diversos agentes sectoriales.

<sup>1</sup>Se estima que el año 2003 la inversión en I+D fue entre 0,6% y 0,7% del PIB que si bien representa una mejoría respecto a años anteriores, dificulta la consecución de la meta del Gobierno. El principal motivo de esto, es la escasa inversión privada.

- Recopilar, elaborar y difundir información referente a las iniciativas de innovación agraria desarrolladas en el país.
- Línea 1: Proyectos de Innovación Tecnológica

FIA impulsa, coordina y entrega financiamiento a través del sistema de fondos concursables para el desarrollo de líneas de acción, programas o proyectos orientados a incorporar innovación en los procesos productivos, de transformación industrial o de comercialización en las áreas agrícola, pecuaria, forestal, agroforestal y dulceacuícola.

Las propuestas de proyectos se captan a través de llamados a concursos, licitaciones en áreas específicas y recepción por ventanilla abierta, financiando hasta un 70% del valor total del proyecto, debiendo ser el resto cubierto por el ejecutor y los asociados, de existir éstos. Pueden postular todas aquellas personas, agrupaciones o instituciones, públicas o privadas, que en forma individual o colectiva se dedican a la innovación, producción o investigación con fines comerciales en los sectores productivos mencionados.

Los programas que financia FIA son:

- Proyectos de innovación.
- Giras tecnológicas.
- Contratación de consultores.
- Formación para la innovación.
- Promoción de la innovación.

## 2. FONDO NACIONAL DE DESARROLLO TECNOLÓGICO Y PRODUCTIVO (FONTEC)

FONTEC, que depende de CORFO, tiene la función de promover orientar y financiar la ejecución de iniciativas de innovación tecnológica con impacto comercial en los sectores relevantes de la economía nacional, a través de sus 5 líneas de financiamiento:

- Línea 2: Proyectos de infraestructura Tecnológica
- Línea 3: Proyectos de Transferencia Tecnológica
- Línea 4: Proyectos de Centros de Transferencia Tecnológica y Entidades de gestión
- Línea 5: Estudios de Pre-inversión para escalamiento productivo en proyectos de innovación

Este fondo está destinado para empresas del sector privado nacional y personas naturales o jurídicas, que acrediten una adecuada capacidad técnica, administrativa y financiera para la ejecución del proyecto y su posterior escalamiento productivo.

La línea más utilizada para iniciativas de I+D en biotecnología silvoagropecuaria ha sido la Línea 1, en la cual existe la posibilidad de presentar proyectos individuales o asociativos (3 o más empresas). El cofinanciamiento a otorgar depende de la escala del proyecto, según la siguiente tabla:

PROYECTOS INDIVIDUALES		
TRAMO	COSTO TOTAL DEL PROYECTO (EN UF)	% MAXIMO DE SUBSIDIO
1	Hasta 5,500	50 %
2	5,501 a 14,500	40 %
3	14,501 a 21,500	30 %

PROYECTOS ASOCIATIVOS		
TRAMO	COSTO TOTAL DEL PROYECTO (EN UF)	% MAXIMO DE SUBSIDIO
1	Hasta 5,500	50 %
2	5,501 a 14,500	40 %
3	14,501 a 21,500	30 %
4	21,501 a 36,000	20 %

### 3. FONDO DE DESARROLLO E INNOVACIÓN (FDI)

FDI, dependiente de CORFO, tiene como objetivo llevar a cabo proyectos de innovación y cambio tecnológico en áreas de impacto estratégico en el desarrollo económico y social del país.

Las áreas que financia se circunscriben a los siguientes ámbitos de acción:

- Desarrollo y adaptación de nuevas tecnologías, difusión y transferencia de tecnologías a empresas e instituciones chilenas
- Desarrollo de capacidades tecnológicas necesarias para la generación y gestión de cambios tecnológicos, perfeccionamiento de mercados relacionados al desarrollo del sistema innovativo nacional.

Las instituciones factibles de ser seleccionadas son: 1) Institutos o Centros Tecnológicos chilenos, públicos o privados, sin fines de lucro, cuya actividad principal sea la investigación, el desarrollo tecnológico, la transferencia tecnológica o la prestación de servicios en estos ámbitos; 2) Consorcios tecnológico-empresariales compuestos por un mínimo de tres empresas, no vinculadas patrimonialmente con anterioridad a la postulación, asociadas a uno o más centros tecnológicos.

El fondo financia gastos de operación, administración, recursos humanos, subcontratos y otros requeridos para el El fondo financia gastos de operación, administración, recursos humanos, subcontratos y otros requeridos para el desarrollo de los proyectos que resulten seleccionados.

### 4. FONDO NACIONAL DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO (FONDECYT)

FONDECYT, perteneciente a la Comisión Nacional de Investigación en Ciencia y Tecnología (CONICYT), tiene como objetivo fortalecer y desarrollar la investigación, en todas las áreas del conocimiento. Se orienta al financiamiento de: 1) proyectos de alta calidad, 2) investigadores independientes que trabajan en ciencia o en tecnología; 3) trabajos de investigación requerido para la realización de tesis doctorales; 4) incorporación de doctores, graduados en Chile o en el extranjero, al trabajo universitario.

Se puede acceder a este fondo a través de los concursos regulares de FONDECYT:

- 1) Concurso Nacional Regular de Proyectos de Investigación, principal vía que se ha utilizado para financiar proyectos de I+D en biotecnología silvoagropecuaria. Pueden acceder investigadores patrocinados por instituciones públicas y privadas, con proyectos de duración entre uno y cuatro años.
- 2) Concurso Nacional de Proyectos de Investigación para Estudiantes de Doctorado.
- 3) Concurso Nacional Especial de Proyectos de Postdoctorado.
- 4) Programa de Investigación Fondo de Desarrollo de Áreas Prioritarias (Fondap).
- 5) Programas Sectoriales.
- 6) Concurso Nacional Especial de Incentivo a la Cooperación Internacional.
- 7) Concurso Nacional de Proyectos de Investigación en Líneas Complementarias.

## 5. FONDO DE FOMENTO AL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO (FONDEF)

FONDEF, perteneciente a CONICYT, tiene como objetivo fortalecer y aprovechar las capacidades científicas y tecnológicas de las universidades e institutos tecnológicos para incrementar la competitividad de las empresas, y contribuir a mejorar la calidad de vida de la población.

Financia proyectos en 10 áreas prioritarias, las que han sido generadas a partir de tres criterios esenciales:

- Aquellas que han sido las bases tradicionales de la economía chilena
- Aquellas de alto dinamismo en la construcción de valor
- Aquellas de alto impacto social (Salud y Educación).

Los criterios de elegibilidad son:

- Proporcionar toda la información que permita evaluar el proyecto.
- Que sea un proyecto de I+D.
- No exceder el monto máximo solicitado al FONDEF (\$450 millones).
- Tener una duración de 36 meses máximo de financiamiento por parte del FONDEF.
- La(s) institución(es) ejecutor(as) debe(n) financiar a lo menos el 20% del costo total del proyecto.
- Las empresas y otras entidades asociadas deben financiar a lo menos el 20% del costo total del proyecto.
- No puede presentar impactos ambientales negativos.
- Las instituciones beneficiarias deben ser elegibles (sin fines de lucro, como ejecutores principales).

## 6. FONDOS CONCURSABLES DE SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO (SAG)

SAG, dependiente del Ministerio de Agricultura, realiza anualmente concursos de fondos en áreas prioritarias, de acuerdo a las líneas de acción de la institución.

Durante al año 2003 se realizó el 3<sup>er</sup> Concurso del Fondo de Mejoramiento del Patrimonio Sanitario, que promueve el financiamiento de proyectos de investigación orientados a mantener o mejorar los recursos fitosanitarios del país en áreas determinadas, incluyendo aplicación de biotecnologías.

Pueden acceder a este financiamiento personas naturales o jurídicas no relacionadas al sector estatal. El SAG participa con el financiamiento de hasta el 70% del costo total de los proyectos por un período máximo de 4 años siendo de responsabilidad de los privados el 30% restante. Puede financiar hasta un máximo de \$75.000.000 cada año.

## CRÉDITO CORFO

Además del cofinanciamiento de proyectos de innovación mediante fondos concursables<sup>2</sup> como FONTEC y FDI, CORFO tiene varias líneas de crédito de mediano y largo plazo a través de bancos e instituciones financieras, de especial utilidad para empresas que no poseen el capital suficiente para acceder a créditos bancarios tradicionales.

Las principales líneas de financiamiento de CORFO incluyen:

- Financiamiento para el arriendo con opción de compra de bienes de capital chilenos
- Financiamiento de inversiones en activos fijos de las PYMES
- Financiamiento de inversiones de pequeñas industrias CORFO-Alemania
- Financiamiento al comprador extranjero de bienes durables y servicios de ingeniería chilenos.
- Financiamiento de insumos de producción y comercialización en el extranjero.

Adicionalmente, a través de los Fondos de Inversión de Desarrollo de Empresas (FIDES), CORFO administra instrumentos para financiar a largo plazo, vía aporte de capital de riesgo, a PYMES, nuevas o existentes, que generen productos o servicios de un alto valor agregado o que sean de base tecnológica. Existe además un instrumento de cofinanciamiento a primas de seguro de crédito para pequeños empresarios y también un instrumento destinado a complementar las garantías exigidas por las instituciones financieras.

## FONDO DE GARANTÍA PARA LA PEQUEÑA EMPRESA (FOGAPE)

Sistema de Garantías que permite otorgar créditos a pequeños empresarios que no cuentan con garantías suficientes para presentar a las instituciones financieras. La administración del fondo le corresponde al Banco Estado, siendo supervisado por la Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras (SBIF).

La normativa legal establece que el Administrador (Banco Estado) debe realizar licitaciones de derechos de garantía entre las Instituciones Elegibles, las cuales podrán adjudicarse dichos derechos de acuerdo a las ofertas presentadas. La Institución que se adjudique derechos de garantías, podrá utilizarlos en un plazo máximo de seis meses para cursar créditos destinados a pequeños empresarios elegibles según normativa.

Los requisitos para postular a FOGAPE son:

- Estar clasificado A o B, según las normas de la SBIF y presentar informes comerciales favorables.
- Calificar como Pequeño Empresario, Exportador u Organización de Pequeños Empresarios Elegibles, según el nivel de ventas netas anuales o exportaciones.
- Los Créditos no pueden superar los montos y plazos máximos definidos por tipo de beneficiario.

## CAPITAL DE RIESGO

Generalmente se entiende al capital de riesgo (o *venture capital*) como la participación temporal de un inversionista en la propiedad social y la administración de una empresa con expectativas de crecimiento en el futuro, y que se encuentra en una etapa inicial (*start up*). Esta actividad involucra un alto componente de riesgo, ya

<sup>2</sup>Existen otros fondos concursables relacionados con CORFO, como el fondo de cooperación Chile-Suecia.

que la empresa puede no ser viable en el tiempo, por lo que los inversionistas exigirán rentabilidad por sobre el promedio de mercado.

Esta alternativa es muy utilizada por empresas emergentes de países industrializados para financiar proyectos de I+D. Sin embargo, en países con un mercado financiero y bursátil poco profundo, como Chile, existen pocas posibilidades de acceder a capitales de riesgo privados.

Una opción para los emprendedores nacionales es la Fundación Endeavor, representa a todas las empresas de capital de riesgo en Estados Unidos, y su labor es buscar personas o proyectos en América Latina que estén realizando actividades innovadoras y con futuro no sólo científico sino también comercial.

En Chile hay dos empresas relacionadas con la innovación en biotecnología silvoagropecuaria que han sido seleccionadas para ejecutar sus proyectos bajo el alero de esta fundación: Actigen (Biopol) y Diagnotec.

También existen fondos de financiamiento nacionales de este tipo, entre los que se encuentra: Circulo.cl, Instituto Internacional para la Innovación Empresarial (I3E, asociado a UNIRISCO de la Universidad de Santiago de Compostela), Asesorías y Administración Emprendedores S.A. (Capital Semilla) y el Fondo de Capital Privado y de Tecnología de Chile (ChileTech).

Por otra parte, también existen empresas y sitios de Internet que asesoran en la búsqueda de financiamiento, ejemplo de estos son Latinvalley y Capitalderiesgo.cl.

## **BOLSA EMERGENTE**

Esta es una nueva alternativa, iniciada el año 2001, que busca incentivar la creación de empresas relacionadas con la innovación científica y tecnológica, pues permite su acceso al mercado bursátil en condiciones especiales. Si bien es una alternativa que no ha sido muy utilizada, se estima que a futuro pudiese tener gran importancia.

Las empresas que pueden acceder a este nuevo mercado son:

- Empresas nuevas que buscan financiamiento para un plan de negocios innovador
- Empresas con proyectos de Innovación en alta tecnología
- Empresas de rápida expansión o con proyectos con fuerte potencial de crecimiento

Actualmente, es posible realizar emisiones de este tipo a través de la bolsa de comercio, siguiendo las siguientes condiciones:

- Un aumento de capital por parte de la empresa de al menos 10% del capital suscrito y pagado.
- Exigencia de mantener el control de la empresa por los gestores durante al menos 6 meses.
- Las empresas deben hacer un roadshow obligatorio una vez al año, el cual es abierto a todo el mercado bursátil.
- Obligación de que la empresa presente un sponsor y un market maker (que puede ser una institución) autorizada por la Bolsa.

Como incentivos estatales, se exime del pago de impuesto sobre utilidades de estas acciones durante un período de tiempo y CORFO apoya el proceso de colocación de las acciones, mediante la contratación de asesoría especializada.

## **PARA MÁS INFORMACIÓN**

### **Información sobre fondos concursables en Internet:**

- <http://www.fia.gob.cl>
- <http://www.fontec.cl>
- <http://www.corfo.cl>
- <http://www.fondef.cl>
- <http://www.fondecyt.cl>
- <http://www.sag.gob.cl>

### **FOGAPE:**

- <http://www.fogape.cl>

### **Información sobre capital de riesgo en Internet:**

- <http://www.ceo.cl>
- <http://www.endeavor.cl>
- <http://www.chiletech.cl>
- <http://www.latinvalley.cl>
- <http://www.capitalderiesgo.cl>
- <http://www.portalincubacion.cl>

### **Información sobre la Bolsa Emergente en Internet:**

- <http://www.minhda.cl/castellano/contenido/prensa/comunicados/SVS.pdf>
- <http://www.sii.cl/SIIPRENSA/0001/1906/03.htm>

# ANEXO 2: COOPERACIÓN PARA LA INNOVACIÓN Y PROTECCIÓN DE PROPIEDAD INTELECTUAL

## MODALIDADES DE COOPERACIÓN PARA LA INNOVACIÓN

Debido a las altas inversiones requeridas para la realización de proyectos de innovación en Biotecnología y a la existencia de economías de escala y alcance, es común que para efectuar éstos se realice algún tipo de cooperación entre instituciones. Esto es muy importante en Chile, ya que, como se ha analizado, por lo general la infraestructura y personal requerido se encuentra en universidades y centros de investigación, por lo que las empresas requieren realizar acuerdos de cooperación para llevar a cabo la I+D.

Los tipos de cooperación son diversos, pudiéndose compartir capital, tecnología de productos, personal, *know how*, redes, entre otros. La cooperación puede ser entre empresas, empresa – universidad, empresa – organismo de Gobierno, y combinaciones de éstas. Además, puede ser de carácter nacional e internacional.

A continuación, se presentan algunas modalidades de cooperación de interés para la realización de proyectos de innovación:

### 1. INCUBADORAS DE EMPRESAS

Proveen los servicios (asesorías científicas, técnicas, financieras, etc.) y espacio físico requerido para la gestación de la empresa. Estos servicios son entregados a los emprendedores a precios muy convenientes para ellos. Las incubadoras pueden adoptar distintas formas:

- **Centro de Excelencia:** Su objetivo principal es llevar tecnologías a su fase

de comercialización. Cuenta con alto aporte privado y estrechos vínculos con universidades o programas de investigación con financiamiento público.

- **Centro de Innovación:** Busca aplicaciones más eficientes de tecnologías ya existentes.
- **Incubadora Descentralizada:** Los emprendedores no se localizan en un sitio común, por lo que el servicio de entrenamiento y administración se provee en forma descentralizada (ej. Áreas rurales).
- **Incubadora de empresas:** Provee a los emprendedores de espacio común y servicios compartidos. Cabe mencionar que existe una reglamentación estricta en la entrada y permanencia en la incubadora.

En Chile existen incubadoras como: GeneraUC (Escuela Ingeniería de la P.U. Católica de Chile), Corporación Santiago Innova, Centro de Desarrollo de Empresas (U. del Bio-Bio), Empresas y Emprendedores (U. Santísima Concepción), Idea Incuba (U. de Concepción), Octantis (U. Adolfo Ibáñez), Incubatec (U. de la Frontera) y Access Nova.

### 2. SPIN OFF (EMPRESAS DERIVADAS)

Están formadas por inventores y empresarios, muchos provenientes directamente de la universidad, y han evolucionado desde empresas de asesoría o consultoría de académicos hasta empresas más riesgosas o de servicio comercial. La participación de la universidad en este tipo de empresas se da, por lo

general, cuando es dueña de la propiedad intelectual del producto que se va a comercializar y por ende se requiere la licencia. Este tipo de empresas funciona bastante bien debido a que una parte aporta el conocimiento científico y la otra la experiencia comercial, complementándose y llegando así a buenos resultados.

También se puede generar un spin off a partir de una gran empresa, que fomente y apoye a trabajadores calificados e innovadores para que creen su propia firma, la que es subcontratada para la realización de ciertas actividades. Esto permite que la empresa de origen pueda externalizar una parte de su actividad productiva, contando con antiguos miembros de su organización, cuyas habilidades y conocimientos le inspiran confianza.

### **3. JOINT VENTURE (EMPRESAS CONJUNTAS)**

Esta modalidad de alianza, una de las más extendidas, consiste en la firma de un acuerdo mediante el cual dos o más instituciones independientes, ya sean empresas, universidades, centros de investigación u organismos de Gobierno, crean una empresa nueva para desarrollar una actividad en particular. La empresa conjunta se estructura con personalidad propia y realiza el negocio por sí misma y en beneficio propio, aunque todos sus movimientos están coordinados con la estrategia de las instituciones matrices.

Este tipo de asociación se lleva a cabo con más frecuencia en sectores emergentes y caracterizados por una fuerte inestabilidad de la demanda. Es un sistema flexible, eficaz y rápido, con bajo coste de acceso a la tecnología, que permite disminuir costos de producción o acceder a nuevos mercados.

Es común que se generen joint ventures

entre instituciones de distintos países, generalmente de diferentes grados de desarrollo, lo que permite, por una parte, transferir tecnologías, conocimientos y recursos desde el extranjero, y por otro, aprovechar el conocimiento local en determinadas actividades, especialmente en la producción de recursos naturales.

### **4. CONSORCIOS CIENTÍFICOS-TECNOLÓGICOS**

Alianza entre dos o más instituciones, que establecen un contrato a largo plazo con la finalidad de desarrollar un proyecto único que, dada su envergadura, rebasa las posibilidades individuales de cada una.

En general, se diferencia de los joint ventures en que la investigación se encuentra en una etapa anterior a la potencial comercialización, por lo que aún no es posible "empresabilizarla". En este sentido, es muy probable que, en caso de tener éxito en el proyecto de I+D, se dé paso a una empresa conjunta que ponga los resultados en el mercado.

Debido a lo anterior, es muy importante que las partes realicen un contrato adecuado, en el que se explicita la propiedad de los potenciales resultados de la investigación.

### **5. PARQUES CIENTÍFICOS, DE INVESTIGACION O TECNOLÓGICOS**

Su función es mejorar la transferencia y difusión de la tecnología, promover la creación de nuevas empresas y apoyar el desarrollo de las existentes. Se distinguen de las incubadoras en su dimensión, mucho mayor, y la posible incorporación de empresas ya consolidadas, que pueden traspasar su experiencia a las *start up*. Generalmente también participan universidades y centros de investigación públicos, que aportan una base sólida de

investigación, masa crítica de investigadores, académicos y personal técnico.

Por lo general el desarrollo de los parques se vincula a una región específica, con apoyo de la universidad local y de las autoridades regionales, con el fin de promocionar la región o ciudad. Dentro de estos parques se pueden distinguir 4 tipos:

- **Centros de Innovación:** Son relativamente pequeños y permiten el desarrollo de ideas de negocios o prototipos, pero no puede mantenerlos una vez que esos negocios se han desarrollado. Por esto no permite ningún tipo de manufacturas.
- **Parques Científicos:** Proveen el lugar físico para la partida de negocios y para el desarrollo de los existentes. En estos parques se pueden producir manufacturas.
- **Parques de Negocios:** Proveen espacio físico e instalaciones de alta calidad, en donde se pueden llevar a cabo un gran número de actividades, como manufactura, distribución, etc. Por este motivo, no es necesario que estos parques se ubiquen próximos a una universidad o a empresas exclusivamente dedicadas a la tecnología.
- **Parques Tecnológicos:** Están vinculados a universidades y se enfocan a empresas de tecnología sin facilidades de administración.

## 6. OTRAS ALTERNATIVAS DE COOPERACIÓN EMPRESA – UNIVERSIDAD (O CENTRO DE INVESTIGACIÓN)

- **Oficinas de cooperación o enlace:** Identifica los recursos disponibles, crea y mantiene bases de datos, asesora a empresas sobre contratos y fuentes de financiamiento.

- **Centros de cooperación industrial:** Realiza funciones similares a las Oficinas de Cooperación, pero además identifica necesidades reales de servicios científico - tecnológicos.
- **Centros de investigación industrial:** Centros que se caracterizan por poseer capacidad de especialización y relaciones interdisciplinarias, para responder a demandas específicas en I+D y desarrollo tecnológico.
- **Asociados industriales o clubes:** Están formados por un grupo de universidades que suministran conocimientos en investigación orientado a un sector o empresa determinada.
- **Centro de inventos:** Prestan servicios a inventores y empresas innovadoras. Identifican, seleccionan y evalúan las ideas novedosas, realizan pruebas y prototipos, prestan asesorías en licencias, propiedad intelectual, financiamiento y seminarios.
- **Unidades de entrenamiento industrial:** Son estructuras de transferencia. Se pueden presentar como interacción entre universidad y empresa, por medio del trabajo de sus académicos en proyectos orientados a mejorar el funcionamiento y la productividad industrial. Otra forma en que se presentan estas unidades es por medio de programas de intercambio de profesionales para beneficio mutuo de enseñanza e investigación. Una última forma de presentarse es por medio de la creación de estructuras específicas orientadas a la capacitación.

## PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELLECTUAL (PPI)

La PPI es una forma de incentivar la inversión en I+D. De esta manera, un producto que cuenta con registro de la propiedad intelectual ofrece a sus inventores la seguridad de que sus resultados no serán replicados ni explotados por otra empresa, al menos durante un período de tiempo, lo que permite recuperar la inversión realizada, ya sea mediante una comercialización monopólica o a través de licenciamientos.

En países industrializados, es común realizar PPI, especialmente en el ámbito de la Biotecnología. En cambio, en Chile y países en vías de desarrollo, esto es poco común, lo que responde, principalmente a falta de tradición en este sentido, ineficiencia por parte de las instituciones estatales relacionadas y falta de conocimiento e interés por parte de los inventores. Esto es muy grave, ya que es un desincentivo a la realización de innovaciones en áreas vitales para el desarrollo económico y social.

Debido a lo anterior, el Gobierno de Chile ha señalado como una de sus prioridades en el sector de innovación tecnológica incentivar la PPI, tanto mediante apoyo directo a los inventores, como agilizando los trámites requeridos para esto. Este tópico es de especial relevancia, considerando que los Tratados de Libre Comercio exigen homologar los sistemas de PPI con Estados Unidos, la Unión Europea y otros<sup>1</sup>

La forma más utilizada para el registro de la propiedad intelectual es la **PATENTE**, derecho que permite a su titular impedir, en una región geográfica determinada y por un período de tiempo dado, que terceros usen, fabriquen, comercialicen y, en general, realicen cualquier tipo de explotación del

objeto protegido. A cambio de ese período de exclusividad, el titular de una patente deberá divulgar su creación en forma completa, dando a conocer la nueva tecnología, y así permitiendo que otros desarrollen nuevos productos y procedimientos sobre la base de ella.

Actualmente, en Chile las Patentes de Invención se otorgan por un período no renovable de 15 años, a partir de la fecha de la concesión. Sin embargo, existe un proyecto de ley, actualmente en fases finales de tramitación, que prolonga el período a 20 años, pero desde el momento en que la patente es solicitada.

La protección otorgada sobre un invento es territorial, por lo que siempre es recomendable patentar la invención en el resto del mundo, especialmente en países en que ésta tenga una aplicación potencial. Para efectuar esto, existe un plazo de un año a partir de la fecha en que se otorga la patente, luego del cual cualquier persona puede patentar la invención en otro país.

El período para obtener una patente en Chile es alrededor de 5 años desde el momento de su presentación, lo que puede variar según el número de oposiciones a ésta que sean presentadas durante la tramitación.

Existen otras formas de PPI diferentes a las patentes, aplicables a tipos de invenciones en particular, entre las que destacan:

- Derechos de autor para producciones literarias, artísticas y el software.
- Registro de marcas comerciales.
- Derechos de obtentor de variedades vegetales.
- Protección del secreto industrial (caso de la fórmula de Coca-Cola).

<sup>1</sup>A nivel internacional, la PPI está regulada por el "Acuerdo Sobre los Aspectos de Propiedad Intelectual Relacionados con el Comercio" (ADPIC), de la Organización Mundial de Comercio (OMC).

## **PARA MÁS INFORMACIÓN**

### **“Gestión de la Tecnología y Desarrollo de Negocios tecnológicos”**

Dr. Carlos Martínez, Universidad Mayor (2002)

[http://www.gestion-tecnologica.cl/documentos/gtec\\_00d.pdf](http://www.gestion-tecnologica.cl/documentos/gtec_00d.pdf)

### **Información sobre “modelos de cooperación para la innovación” en Internet:**

- <http://www.ceo.cl>
- <http://www.jointventure.org/>
- <http://www.biovalley.com/>
- <http://www.argosbiotech.de/1000/CPM/SER/BTP.htm>

### **Información sobre PPI en Internet:**

- <http://www.dpi.cl>
- [http://www.wto.org/spanish/tratop\\_s/trips\\_s/trips\\_s.htm](http://www.wto.org/spanish/tratop_s/trips_s/trips_s.htm)

## ANEXO 3: RIESGOS Y REGULACIONES

### RIESGOS

La Biotecnología es una disciplina que otorga grandes posibilidades para el desarrollo de los países, pero es muy importante que su uso se realice de manera responsable, considerando la sustentabilidad en el tiempo de las aplicaciones. Esto implica realizar consideraciones respecto a sus impactos ambientales, económicos, sociales y sanitarios.

Muchas de las aplicaciones biotecnológicas no tienen mayores riesgos asociados, por ser innovaciones tecnológicas de aplicación indirecta y en ambientes controlados. Este es el caso de los marcadores moleculares, los biosensores y la mayoría de los cultivos de tejido.

Sin embargo, existen otras aplicaciones que conllevan potenciales riesgos en los ámbitos señalados, y que deben ser regulados en su aplicación. Este es el caso, principalmente, de la transgenia y los organismos genéticamente modificados (OGM's), sobre los cuales existe oposición por parte de ciertos sectores, principalmente ligados al ecologismo y la antiglobalización. Si bien las suspicacias de estos grupos han sido un aporte, en el sentido de marcar una alerta, muchas veces sus críticas son exageradas y se realizan sobre la base de información incompleta.

Los principales riesgos potenciales que se han asociado a los OGM's son:

- **Riesgos a la salud humana:** Se estima que los OGM's eventualmente podrían ocasionar algún tipo de mal al hombre al ser ingeridos, como por ejemplo nuevas alergias. En este sentido, los OGM's

que han provocado algún efecto sobre la salud humana, no se han comercializados (como en el muy citado caso de la soya modificada con un gen de la nuez de Brasil) o se han retirado del mercado. Por lo tanto, es esencial que los OGM's sean sometidos a pruebas y controles rigurosos. En los países en que se consumen OGM's desde hace 10 años, no se ha presentado ningún problema de salud relevante asociado a éstos.

- **Riesgos ambientales:** Este punto es aquel que genera mayor debate, y en el cual no existen evidencias definitivas hacia ninguna de las posturas. Los riesgos potenciales que se mencionan son:

- **Dependencia Química:** Una de las características más utilizadas en transgenia es la resistencia a herbicidas, por lo que se estima que los agricultores tienen incentivos para sobreutilizar éstos, causando daños al entorno. Sin embargo, se ha observado que en los cultivos transgénicos ha existido una reducción del uso de otros agroquímicos.
- **Superplagas y Supermalezas:** Se cree que la interacción entre el OGM y alguna de sus plagas o malezas puede crear resistencias y nuevas capacidades en estas últimas, agravando sus efectos. No existen pruebas definitivas al respecto, y no se han observado casos en la práctica.
- **Efecto Pesticida:** Otra característica muy común en los cultivos transgénicos es la capacidad de ser tóxicos ante sus plagas, especialmente insectos. Se estima que esto pudiese

afectar a otros organismos, emparentados con la plaga, pero de efectos inocuos o benéficos. Al respecto, se debe señalar que la toxina generada es muy específica, lo que permite realizar un discernimiento respecto al potencial impacto ambiental en este sentido.

- **Pérdida de biodiversidad:** Los OGM's pueden aumentar la tendencia de la agricultura moderna hacia cultivos poco diversificados, reduciendo la variedad de alimentos y de especies en general. En este sentido, es importante crear incentivos para que se haga uso de otras biotecnologías que permitan identificar, seleccionar y mejorar cultivos nativos.

Si bien gran parte de estos riesgos no están comprobados, todos los países han tomado posturas de precaución, ya sea aplicando pruebas y protocolos especiales antes de la aprobación de cultivos OGM, o bien limitando e incluso prohibiendo éstos. Esta última posición gradualmente se está abandonando.

### **Bioterrorismo**

Otro de los riesgos potenciales que se asocian a la Biotecnología es el llamado "bioterrorismo", término con que se denomina al uso de organismos vivos, especialmente bacterias, virus o toxinas, como armas.

El peligro consiste en que mediante éstos es posible causar serios daños a la población, particularmente cuando se trata de agentes que ocasionan enfermedades como Ántrax, viruela, bolutismo y otros.

Algunas aplicaciones biotecnológicas pueden ser utilizadas para identificar, seleccionar y modificar estos patógenos,

de modo que sean más efectivos en cuanto a causar daño a la población que es atacada.

Debido a la situación internacional de los últimos años, es temido el uso de estas armas por parte de grupos terroristas, lo que ha llevado a que algunos países tengan una gran preocupación por el tema, particularmente después de que se conociesen algunos casos aislados.

Es importante mencionar que la Biotecnología como disciplina es tanto un instrumento para la elaboración de armas biológicas como para el combate y erradicación de éstas, lo refleja el hecho de que los avances de la ciencia pueden ser usados por el hombre para bien o para mal, de manera muy similar a lo que ha acontecido con la energía atómica.

## REGULACIONES

### Regulación de OGM's

La reglamentación respecto a los OGM's difiere entre distintos países, existiendo algunos permisivos en la materia, que no hacen distinción entre transgénicos y tradicionales, y otros más bien restrictivos. Entre los primeros se encuentran países como Estados Unidos, Canadá, Argentina, China y Australia, en los cuales las leyes sanitarias no son diferenciadas para los cultivos transgénicos, siempre y cuando los protocolos de aprobación demuestren una equivalencia sustancial con su contraparte convencional.

En oposición a éstos, los miembros de la Unión Europea (UE) han aplicado normativas diferenciadoras para los OGM's, restringiendo su cultivo. Si bien en la UE se aprobó la introducción de una serie de plantas transgénicas entre 1992 y 1998, ese año se decretó una moratoria con motivos de precaución, debido a la polémica causada por la nueva biotecnología y la falta de conocimientos sobre sus efectos. Sin embargo, esta tendencia se está revirtiendo, pues el año 2002 el Parlamento Europeo recomendó levantar la moratoria y en enero de 2004 la Comisión Europea respaldó, después de 6 años, la liberación de una variedad de maíz transgénico.

### Protocolo de Cartagena

El gran debate que se ha generado por los impactos socioeconómicos y ecológicos que puede tener la aplicación de la transgenia y otras biotecnologías en el mundo ha llevado a la creación de un Protocolo Internacional de Bioseguridad. Este es un acuerdo entre diversos países acerca de los criterios evaluadores y reguladores de la seguridad sanitaria y ambiental de los

OGM's y productos que los contengan.

En 1992 se realizó la Cumbre Para la Tierra en Río de Janeiro, donde gran parte de los líderes mundiales firmaron un Convenio sobre la Diversidad Biológica que ha sido ratificado por 188 países. El objetivo de este pacto es crear estrategias de desarrollo sustentable a medida que avanza el crecimiento económico. Uno de los principales contenidos del Convenio es el uso responsable de la Biotecnología, señalándose la necesidad de la elaboración de un protocolo internacional al respecto (Art. 19).

Es así como en 1995 el Convenio sobre Diversidad Biológica comenzó la elaboración de un proyecto de protocolo sobre seguridad en Biotecnología, con especial énfasis en el movimiento transfronterizo de OGM's. El texto final, conocido como "Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad", se elaboró en esa ciudad colombiana durante 1999, para finalmente ser adoptado por más de 130 países el 29 de enero del año 2000 en Montreal.

El protocolo entró en vigencia el 11 de septiembre de 2003, lo que significa que pasa a ser legalmente obligatorio en el sistema legislativo internacional y en los sistemas legislativos de los estados que han dado el consentimiento.

Este protocolo se aplica al movimiento transfronterizo, el tránsito, la manipulación y la utilización de todos los organismos vivos modificados que puedan tener efectos adversos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana.

Algunos de los principales aspectos del Protocolo son:

- Se aplica exclusivamente a transgénicos "vivos", como semillas y granos, y no a los productos provenientes de éstos, como harinas, lecitinas, grasas, aditivos alimentarios, alimentos procesados u otros similares.

- Excluye todos los transgénicos vivos que estén destinados a salud humana, como vacunas o test de diagnóstico, ya que éstos están contemplados en otros acuerdos u organizaciones internacionales pertinentes.

- El etiquetado que se exige debe sólo indicar que "puede contener organismos modificados genéticamente", y se debe aplicar luego de dos años después de que el Protocolo entre en vigor.

- El principio de Consentimiento Previo Informado (CPI), definido en el Protocolo de Bioseguridad, establece que se necesita un consentimiento explícito por parte del país importador para el movimiento de organismos transgénicos entre dos países.

Si bien Chile suscribió inicialmente este Protocolo, aún el Congreso Nacional no lo ha ratificado.

### **Etiquetado**

Una de las regulaciones que se suele aplicar a los productos que contienen OGM's es sobre su rotulación, con el objetivo de brindar a los consumidores la información necesaria para que éstos puedan tomar libremente la decisión de comprarlos o no.

A escala global, existen dos posturas marcadas al respecto. Por una lado, la Unión Europea tiene una normativa estricta que desde enero de 2000 exige etiquetar como "genéticamente modificado" a todo alimento que contenga más de un 1% de OGM's a nivel de ADN o proteína, con excepción de productos en que éstos sean eliminados

durante el procesamiento, como ocurre con algunos aceites, saborizantes y solventes para extracción.

Por otra parte, los grandes productores de transgénicos en el mundo, como Estados Unidos y Canadá, señalan que ese tipo de reglamentación implica una discriminación negativa hacia ese tipo de productos, los que deben ser sometidos a los mismos procedimientos de análisis de inocuidad y reglamentación que el resto de los alimentos.

En Estados Unidos, la FDA (Food and Drugs Administration) no ha establecido el etiquetado de alimentos que incluyan OGM's, a menos que "*el alimento difiera de su contraparte convencional de tal forma que el nombre usual no pueda aplicarse al nuevo alimento o si en su uso existe algún riesgo ante el cual los consumidores deban ser alertados*". Esta determinación se formuló sobre la base de falta de pruebas convincentes de que los alimentos transgénicos posean diferencias con su contraparte convencional o presenten riesgos a la salud humana.

### **Regulaciones internacionales respecto al bioterrorismo**

Como parte de las políticas de Estados Unidos para prevenir el terrorismo en su territorio, la FDA ha elaborado la "Ley de Bioterrorismo", que entró en vigencia el 12 de diciembre de 2003.

Según esta normativa todos los establecimientos que elaboran, procesan o almacenan alimentos y los empacan para consumo animal o humano en el mercado estadounidense, deben estar inscritos en los registros de la FDA para poder ingresar a dicho país. Asimismo, se deberá notificar a este organismo previamente sobre la llegada de todos los alimentos a Estados Unidos, de lo contrario no podrán ingresar.

Las empresas vinculadas al rubro alimentos deben tener absoluta claridad respecto del proceso de la cadena productiva en que se encuentran, puesto que ante la FDA no sólo está registrado el productor final del alimento, sino que todos aquellos que participan de su proceso de producción. El objeto de este aspecto de la normativa es poder determinar, en caso de producirse una emergencia de alimentos contaminados, la "trazabilidad" (origen exacto) del producto y con ello conocer exactamente su procedencia y dónde se pudo haber producido la falla.

### Regulación actual en Chile

La normativa actual en Chile respecto a OGM's vegetales está contenida en la Resolución 1.523 del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) del año 2001, que autoriza la importación, bajo normas específicas de bioseguridad, de semillas transgénicas para multiplicación, pero con la exigencia de exportarlas. Por lo tanto, el cultivo de transgénicos para el consumo de la población no se encuentra permitido.

La Resolución 269 de 1999 del SAG creó el Comité Asesor para la Liberación de Transgénicos (CALT), que opina respecto de la conveniencia de autorizar o rechazar las solicitudes de ingreso de estos organismos y prepara las condiciones de seguridad y el lugar para el establecimiento de éstos, mientras con la Resolución 2004 del 2000 creó el Comité Asesor en materia de Introducción Deliberada al Medio Ambiente de organismos vivos modificados.

No existen en el país actualmente regulaciones ni autorizaciones para otro tipo de cultivos modificados, ni del sector forestal ni en animales, o de OGM's de alimentación para estos. Tampoco existen regulaciones

respecto a la aplicación de microorganismos en el sector silvoagropecuario.

### Propuesta de Política Nacional de Biotecnología

Debido a las falencias de la reglamentación actual, y a la importancia que tiene la Biotecnología para el desarrollo nacional, el Presidente de la República crea por Decreto Supremo de julio de 2002 la Comisión Chilena para el Desarrollo de la Biotecnología, que tiene por misión detectar y proponer acciones que deberá asumir el país para el uso de la Biotecnología como herramienta de desarrollo productivo y social, conformada principalmente por profesionales de la industria y sectores productivos nacionales, autoridades del ámbito académico y de organismos del Estado involucrados en el tema.

Esta Comisión entrega su informe al Presidente de la República en junio de 2003, en la cual se incluye una propuesta para la elaboración de una política nacional que sirva como marco para la aplicación de esta disciplina en diferentes sectores, que tiene como resultado la "Política Nacional Para el Desarrollo de la Biotecnología", presentada por el Gobierno en noviembre del mismo año.

Respecto al marco regulatorio, se señalan dos vías de acción: la ampliación de los reglamentos actuales y la discusión de leyes en el Congreso Nacional.

En el primer caso, se realizarán acciones tendientes a<sup>1</sup>:

- ***"Normar el procedimiento de autorización sanitaria de OGM's para uso alimentario"***: Se complementará la normativa vigente de control sanitario de

<sup>1</sup> Los ítems incluidos entre comillas y cursiva han sido extraídos literalmente de la "Política Nacional Para el Desarrollo de la Biotecnología" presentada por el Gobierno en noviembre de 2003.

alimentos, mediante la incorporación de un procedimiento de autorización para OGM's, a cargo del Ministerio de Salud.

- **“Normar el rotulado sanitario de alimentos modificados genéticamente”:**

Se establecerá el sistema estadounidense, en que sólo se obligará a rotulaciones diferenciadas en caso de que el OGM's sea diferente a su homólogo convencional.

- **“Establecer un procedimiento reglamentado que fije los requisitos para el cultivo, la crianza y la utilización de OGM's, para su distribución y procesamiento en el país”:**

Se modificará la Resolución 1.523, con el objetivo de incorporar las siguientes situaciones:

- *“Cultivo de organismos vegetales modificados genéticamente, incluyendo las etapas graduales desde el confinamiento físico hasta la liberación al medio ambiente para la distribución en el país del OGM y sus productos”.*
- *“Uso de microorganismos modificados genéticamente en agricultura”.*
- *“Cultivo confinado de organismos hidrobiológicos genéticamente modificados, alimentos y microorganismos de uso acuícola”.*
- *“Crianza de animales genéticamente modificados y uso de OGM para alimentación animal”.*

- **“Definir una estrategia para el establecimiento de un sistema de certificación de productos OGM para exportación, que incluya mecanismos de trazabilidad”:** Se creará el marco institucional necesario para efectuar la trazabilidad productiva y genética de los OGM's nacionales.

Por tanto, la nueva normativa plantea la coexistencia en el país de un sector silvoagrícola mixto, en el que coexistan cultivos convencionales y OGM's. Esto abre un nuevo y amplio campo para el sector productivo nacional, pero también exige gran responsabilidad y nuevos conocimientos.

En el caso de las leyes que serán enviadas para su discusión en el Congreso Nacional, destaca el proyecto de Ley Marco de Biotecnología, en la que destacan los siguientes aspectos:

- *“La consolidación legal de los principios y criterios que orientarán los reglamentos de los sistemas de evaluación, autorización, certificación y rotulado sanitario de OGM para alimentación, cultivo, usos industriales y otros”*

- *“La definición de los principios y criterios que permitirán normar la coexistencia de cultivos tradicionales, orgánicos, transgénicos y otros”*

- Perfeccionar la institucionalidad en la regulación, fiscalización y otros aspectos, y establecer una normativa definitiva respecto a la rotulación.

- Establecer principios y criterios nacionales de bioseguridad y normas para la prospección de la biodiversidad que sean concordantes con el Convenio sobre la Diversidad Biológica.

Además de esta Ley Marco, se propondrían modificaciones legales tendientes a actualizar la ley de Propiedad Intelectual, establecer responsabilidades por daños y delitos ambientales debidos a contaminación genética y debatir la ratificación del Protocolo de Cartagena y la Convención Internacional sobre la Protección de Nuevas Variedades de Plantas (UPOV).

## **PARA MÁS INFORMACIÓN**

### **Declaración de la FAO sobre Biotecnología**

<http://www.fao.org/biotech/stat.asp?lang=es>

### **Información sobre riesgos de OGM's en Internet:**

- <http://www.unesco.org/most/FULL2A.PDF>
- [http://www.ecoportal.net/articulos/rie\\_ogm.htm](http://www.ecoportal.net/articulos/rie_ogm.htm)
- <http://www.ciencia-hoy.retina.ar/hoy62/cultivos.htm>
- Organizaciones contrarias a los OGM's:
  - <http://www.ecoportal.net/content/view/full/222/>
  - <http://www.iepe.org>
  - <http://www.biodiversidadla.org/>
  - <http://www.tierra.org/transgenicos/transgenicos.htm>

### **Información sobre Protocolo de Cartagena en Internet**

- <http://www.biodiv.org/doc/legal/cartagena-protocol-es.pdf>
- <http://www.biodiv.org/doc/press/presskits/bs/cpbs-unep-cbd-es.pdf>

### **Información sobre ley de bioterrorismo (USA) en Internet**

- <http://www.fda.gov/oc/bioterrorism/bioact.html>
- [http://www.prochile.cl/valparaiso/ver\\_noticia.php?IdNoticia=42](http://www.prochile.cl/valparaiso/ver_noticia.php?IdNoticia=42)

### **Información sobre legislación chilena actual en Internet**

- <http://www.biotecnologia.fia.gob.cl/comision/documentos/informefinal.pdf>
- [http://www.sag.gob.cl/contenedortmp/Normas\\_para\\_Importar\\_Productos\\_Vegetales/ogm.html](http://www.sag.gob.cl/contenedortmp/Normas_para_Importar_Productos_Vegetales/ogm.html)

### **Información sobre Propuesta de Política Nacional de Biotecnología en Internet**

- <http://www.economia.cl/economiafinal.nsf/0/A73E7BFF3198CB3C04256DE20074BC69?OpenDocument&5.2>

## **ANEXO 4: PROYECTOS DE I+D EN BIOTECNOLOGÍA SILVOAGROPECUARIA**

Listado de proyectos relacionados con Investigación y Desarrollo en Biotecnología silvoagropecuaria que han contado con el financiamiento de los diferentes fondos concursables

estatales nacionales, desarrollados a partir del año 1981.

Los fondos que se han considerado en este listado son:

- Fondos concursables de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA)
- Iniciativa GENOMA - CHILE (CONICYT)
- Fondos del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)
- Fondo nacional de desarrollo tecnológico y productivo (FONTEC - CORFO)
- Fondo de Desarrollo e Innovación (FDI - CORFO)
- Fondo de fomento al desarrollo científico y tecnológico (FONDEF - CONICYT)
- Fondo nacional de desarrollo científico y tecnológico (FONDECYT - CONICYT)

FONDOS DEL SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO (SAG)

SECTOR AGRICOLA						
AÑO	PROYECTO	INDUSTRIA RELACIONADA	ÁREA / ESPECIE	EJECUTOR	ENCARGADO PROY.	DURACION
2000	Defensa del patrimonio genético del Leucoconyne a través del mejoramiento genético y su introducción como cultivo para flor de corte	Florícola	Leucoconyne (Cebollín)	Manzur Agrícola Service Ltd.	Gabriela Verdugo	48 meses
2000	Identificación de Pseudococcidae (chanchitos blancos) presentes en Chile. Estudios Morfológicos y Moleculares	Agrícola	Varias especies	INIA, La Platina	Ernesto Prado	36 meses
2000	Desarrollo de estrategias con vistas a la erradicación del carbón de la papa (Thecaphora solani) en áreas cuarentenadas y su control integrado en áreas endémica.	Hortícola	Papa	INIA, Carillanca	Orlando Andrade V.	48 meses
SECTOR PECUARIO						
AÑO	PROYECTO	INDUSTRIA RELACIONADA	ÁREA / ESPECIE	EJECUTOR	ENCARGADO PROY.	DURACION
2000	Conservación y mejoramiento del patrimonio genético y sanitario de camélidos sudamericanos en Chile.	Camelida	Camélidos	Llamas del Sur S.A.	Heinrich Ferdinand von Baer von Lochow	48 meses
2000	Establecimiento de base de datos utilizando marcadores genéticos DNA para apoyar la conservación de especies y razas ganaderas Domésticas en Chile.	Ganadera	Camélidos y Equinos	SNA	Ximena Garcia Pasallacqua	48 meses
PROYECTO GENOMA CHILE (CONICYT)						
SECTOR AGRICOLA						
AÑO	PROYECTO	INDUSTRIA RELACIONADA	ÁREA / ESPECIE	EJECUTOR	APORTE PRIVADO	ENCARGADO PROY.
2002	Genómica Funcional en Nectarines: Plataforma para fomentar la competitividad de Chile en exportación de frutas.	Frutícola	Durazno	UCH	Fundación Chile, Asociación de Exportadores de Chile, Fundación para el desarrollo Frutícola.	Ariel Orellana López
2002	Plataforma científico-tecnológica para el desarrollo de la Genómica Vegetal en Chile. Etapa I: Genómica funcional en vid	Vitivinícola	Vid	UFMS	Fundación Chile, Asociación de Exportadores de Chile, Fundación para el desarrollo Frutícola.	Hugo Peña Cortés
2002	Estudios Genómicos y de expresión genética en vides: respuesta a la infección viral y desarrollo de sistemas de diagnóstico.	Vitivinícola	Vid	PUC	Fundación de Ciencia para la Vida, Bios-Chile Ingeniería Genética S.A.	Patricio Arce Johnson

SECTOR AGRICOLA

AÑO	PROYECTO	INDUSTRIA RELACIONADA	ÁREA / ESPECIE	EJECUTOR	APORTE PRIVADO	ENCARGADO PROY.	DURACION
2002	Evaluación de cepas nativas de la bacteria <i>Bacillus subtilis</i> en el biocontrol de enfermedades bacterianas de cultivos hortofrutícolas de importancia regional	Hortofrutícola	Biopesticidas	UTAL	-	Mauricio Lolas Caneó	36 meses
2002	Selección de levaduras nativas para elaboración de vino orgánico de calidad con propiedades vitivinícolas distintivas	Vitivinícola	Vid	USACH	Agrícola Isla Miraflores Ltda.	Oscar Bustos Herrera	36 meses
2001	Aplicaciones biotecnológicas en el mejoramiento genético de especies de <i>Rhodophiala</i> chilena.	Florícola	<i>Rhodophiala</i> chilena	UTAL	-	Flavia Schiappacasse C.	47 meses
2001	Biosíntesis de fructooligosacáridos (FOS) a partir de fuentes enzimáticas vegetales y bacterianas para producción animal.	Agropecuaria- Veterinaria	Varias especies	Apablaza y Santelices Ltda.	Biofruit S.A. y Bioprocesos. S.A.	Mónica Santelices Arufe	48 meses
2001	Desarrollo de un sistema de trazabilidad molecular y de evaluación sobre la biodiversidad local de plantas modificadas genéticamente a través de transgenia.	Agrícola	Plantas transgénicas	INIA, La Platina	-	Humberto Prieto E.	48 meses
2001	Elaboración de un sistema confiable para la detección y caracterización de virus y fitoplasmas que afectan a la vid.	Vitivinícola	Vid	UCH	Viveros y Viña Santa Rita	Jaime Montealegre	47 meses
2001	Evaluación de la factibilidad del uso de la técnica de inmersión temporal en biorreactores para mejorar la eficiencia de la micropropagación en especies anuales, frutales y vides.	Vitivinícola- Frutícola-Hortícola	Papa, arándano, vid	INIA, Quilmapu	Hortifrut S.A.	Mario Paredes C.	48 meses
2001	Generación de un banco de genes de tolerancia a estrés abiótico obtenidos de plantas nativas, utilizables en programas de mejoramiento genético via transgénicos de variedades cultivables.	Plantas transgénicas	Plantas nativas	UTAL	Bioplanet Servicios Integrales en Biotecnología Ltda.	Simón Ruíz Lara	45 meses
2001	Generación, selección y purificación biotecnológica de péptidos antimicrobianos químicos para el control amigable de enfermedades asociadas al sector productivo y agrícola chileno.	Agroquímica	Varias especies	UCV	-	Sergio Marshall González	47 meses
2001	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	Cereales	Trigo	INIA, Cantilanca	-	Enrique Peñalza H.	47 meses
2001	Mejoramiento genético asistido por marcadores moleculares para la selección de variedades de papa con resistencia múltiple a nematodo dorado y virus	Hortícola	Papa	INIA, Remehue	-	Julio Kalazich B.	47 meses
2001	Producción de compuestos aleloquímicos en plantas chilenas cultivadas in vitro.	Agroquímica	Varias especies	USACH	-	Gustavo Zúñiga N.	48 meses
2000	Incorporación de micorrizas arbusculares en viveros de cítricos y paltos	Frutícola/ Cítrica	Cítricos- Paltos	UCV	-	Eduardo Salgado Varas	48 meses
1999	Producción de semilla certificada de ajo ( <i>Allium sativum</i> ) en la XI Región de Aysén.	Hortícola	Ajos	José Balboa Alarcón	-	Roberto Balboa A.	36 meses

FONDOS CONCURSABLES DE LA FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA (FIA)

SECTOR AGRICOLA						
AÑO	PROYECTO	INDUSTRIA RELACIONADA	ÁREA / ESPECIE	EJECUTOR	APORTE PRIVADO	ENCARGADO PROY. DURACION
1998	Desarrollo de biofertilizantes para el cultivo de arroz en Chile.	Cereales	Arroz	UTAL	-	Iris Pereira R. 48 meses
1998	Evaluación de formulaciones de microorganismos controladores de enfermedades y plagas en cultivos hortofrutícolas de importancia regional.	Hortofrutícola	Biopesticidas	UTAL	-	Mauricio Lolos Caneó 48 meses
1998	Propagación de azafrán ( <i>Crocus sativus</i> ).	Agrícola - Alimenticia	Azafrán	UCV	-	Monica Castro Valdebenito 36 meses
1998	Selección, limpia y multiplicación de materia de guindo ácido y dulce.	Frutícola	Guindo	U.de Concepción	-	Fernando Venegas 36 meses
1997	Producción industrial de <i>Trichogramma</i> spp., para el control de plagas agrícolas y forestales.	Agrícola - Forestal	Varias especies	INIA, Quilimapu	-	Humberto Prieto E. 48 meses
1996	Evaluación de variedades importadas de frambueso rojo y negro y selección de variedades locales, con potencial para las regiones IV, VI, VIII y X del país	Frutícola	Frambuesa	PUC	-	Maria Pilar Bañados 60 meses
1996	Validación de la propuesta de olivos <i>in vitro</i> .	Frutícola	Olivo	UCV	-	Mónica Castro 36 meses
1994	Obtención de plantas de frutilla por micropropagación y su cultivo.	Frutícola	Frutilla	U. de Magallanes	-	Consuelo Sáez 48 meses
1992	Identificación de patrones electroforéticos de semillas en diferentes especies y variedades.	Agrícola	Varias especies	INIA, La Platina	-	Carlos Muñoz S. Claudio Ciudad B. 36 meses
1992	Mutagénesis inducida <i>in vitro</i> como método de obtención de variedades mejoradas de uva de mesa.	Frutícola	Vid	INIA, La Platina	-	Carlos Muñoz S. 36 meses
1990	Investigación para la obtención y adaptación de variedades de Raps de tipo doble cero	Agrícola	Raps	INIA, Quilimapu	-	Nilo Lizama A, Hugo Campos de Q. 7 años
1981	Fitomejoramiento de papas.	Hortícola	Papa	INIA, Remehue	-	Julio Kalazich Barassi 11 años
SECTOR FORESTAL						
AÑO	PROYECTO	INDUSTRIA RELACIONADA	ÁREA / ESPECIE	EJECUTOR	APORTE PRIVADO	ENCARGADO PROY. DURACION
2001	Masificación clonal de genotipos forestales de interés comercial para la zona árida y semiárida del país.	Forestal	Varias especies	INFOR	Soc. Agrícola y Ganadera "El Tangué", vivero forestal Cavilólen y Comunidad Agrícola "Cuz-Cuz"	Maria Paz Molina Brand 48 meses
1998	Introducción de clones de alto rendimiento de álamo ( <i>Populus</i> spp) para diferentes zonas del país.	Forestal	Alamos	UCH	Alamos del Sur S.A. y productores de las regiones VI y VII	Carlos Magni 36 meses

SECTOR PECUARIO						
AÑO	PROYECTO	INDUSTRIA RELACIONADA	ÁREA / ESPECIE	EJECUTOR	APORTE PRIVADO	ENCARGADO PROY. DURACION
2002	Mejoramiento productivo caprino con la introducción de la raza Boer en la comuna de Lonquimay	Ganadera	Caprina	Municipalidad Lonquimay		Rodrigo Castillo Tapia 5 años
2001	Aislamiento y evaluación de hongos nematófagos, para el control de parásitos gastrointestinales, en sistemas orgánicos de producción de carne ovina y bovina en Magallanes, Chiloé y Colchagua	Ganadera	Ovino-Bovino	U. Austral	C.E.T. Estancia Josefina	Raúl Venegas V. 48 meses
2001	Aplicación de biotecnología para la introducción de la raza ovina Dohne Merino en la estepa de Magallanes.	Ganadera	Ovino	INIA, Carillanca		Marcelo Canobra 48 meses
2001	Desarrollo e implementación de transferencia de embriones y producción in vitro de embriones mediante laparoscopia en rumiantes menores	Ganadera	Rumiantes menores	PUC		Jorge Correa Soto 36 meses
2001	Desarrollo y aplicación de una metodología de sexaje en ratites mediante marcadores moleculares de ADN	Avícola	Ratites	Centro de Educación y Tecnología	Laboratorio ByTech	Manuel Camiroaga L. 48 meses
2001	Desarrollo y evaluación de un sistema para el monitoreo a gran escala de las enfermedades de la vaca lechera (Briucellosis, Leucosis, IBR y DBV), basado en la inmunodetección por ELISA de anticuerpos específicos presentes en muestras de leche recolectada en el tanque predial.	Ganadera - Veterinaria	Bovino	INIA, Carillanca	Surlat, Loncolche y Soprole	Ricardo Felmer Dómer 48 meses
2001	Desarrollo, optimización e implementación de un método de diagnóstico molecular para la detección del virus del síndrome reproductivo y respiratorio porcino (PRRSV) en plantíeles porcinos	Ganadera - Veterinaria	Porcino	PUC	Diagnotec S.A.	Geraldine Mlynarz Z. 48 meses
2001	Introducción de tecnologías para el mejoramiento de la fertilidad en vicuñas (Vicugna vicugna), mantenidas en semicautiverio	Camélida	Vicuñas	U. Austral		Luis Alberto Raggi Saini 48 meses
2001	Producción de embriones bovinos in vitro: una herramienta para el aprovechamiento del potencial genético de la masa ganadera nacional.	Ganadera	Bovino	INIA, La Platina	Fundo Santa Hortensia, Fundo Santa Margarita y Soc. Agrícola Cuatro Robles S.A.	Mauricio Silva J. 48 meses
2001	Producción de mellizos de carne en rebaños holstein friesian por medio de transferencia de embriones económicos obtenidos por tecnología in vitro	Ganadera	Bovino	U. de Concepción	Faenadora de Carnes Nuble S.A.	José Francisco Cox Ureta 48 meses
1999	Desarrollo de núcleo genético y unidades de réplica de la raza Latxa para Chile.	Ganadera	Ovino	Esteban Vera Triviño		Marcelo Hervé 48 meses
1999	Mejoramiento genético de la cochinilla para la producción de ácido carminico	Química - Pecuaria	Cochinilla	UCH		Hermann Niemeyer Marich 5 años
1998	Recuperación, Preservación y Multiplicación de la Raza Caballiar Chilota.	Ganadera	Equino	U. de Concepción		Fernando Mujica Castillo 48 meses
1997	Introducción de germoplasma de la raza texel para la producción de carne ovina de alta calidad en la zona húmeda de la XII región	Ganadera	Ovino	DIAGNOTEC S.A.		Gustavo Cubillos O. 36 meses
1994	Mapa genético de la alpaca	Camélida	Alpaca	INIA, Remehue		Jorge García-Huidobro 41 meses

FONDO NACIONAL DE DESARROLLO TECNOLÓGICO Y PRODUCTIVO (FONTEC - CORFO)

SECTOR AGRICOLA						
AÑO	PROYECTO	INDUSTRIA RELACIONADA	ÁREAS/ESPECIE	EJECUTOR	ENCARGADO PROY.	DURACIÓN
2001	Bioestimulantes para uso agrícola.	Agrícola-Agroquímica	Fertilizantes Agrícolas	Productos Biológicos y Agropecuarios	María Cecilia Amigo Granger	
2001	Uso de extractos naturales de especies nativas para el control de hongos fitopatógenos en uvas.	Vitivinicola-Agroquímica	Vid	Inversiones Biotecnológicas S.A.	Rafael Karque	
2000	Producción de flores calas de calidad exportable libres de bacterias y virus, mediante propagación in vitro y cultivo controlado.	Florícola	Calas	Acosta y Ceballos Ltda.	Valerio Conio Assereto	36 meses
2000	Biosíntesis de fructooligosacáridos (FOS) a partir de fuentes Nuevos procesos de multiplicación rápida de la vid: micro estaquillas y micro injertos herbáceos.	Vitivinicola-Frutícola	Vid	Soc. Agrícola Pehuen de Curicó Ltda.	Alejandro Navarro Diaz	
2000	Desarrollo de edulcorantes naturales a partir de inulina.	Fitoterapéutica -Agrícola	Yacón	Biotecnología Agropecuaria S.A.	Rodrigo Navarro S.	33 meses
2000	Oblención de agentes antiolesterolémicos de origen vegetal.	Fitoterapéutica -Agrícola	Varias especies	Empresa de Servicios Tecnológicos Ltda.	Claudia Jara Heck	
1999	Producción de flores de liliom a partir de material reproductivo in vitro y proceso de escaleado.	Florícola	Liliom	Florence Flowers Ltda.	Miguel Moreira B.	12 meses
1999	Introducción y evaluación de formulaciones derivadas de quitina como bioestimulante de uso agrícola en el mercado norteamericano	Agrícola-Agroquímica	Bioestimulantes agrícolas	BIOPOL S.A.	Jaime Villanueva	
1997	Mejoramiento genético de plantas de Capsicum annum L., para producción de páprika	Hortícola	Pimentón	Raúl L. Navarro Chile S.A.	Raúl Navarro	
1997	Implementación de marcadores moleculares (rapid marker) para la certificación varietal de berries.	Frutícola	Berries	Hortifrut S.A.	Marcela Zúñiga Lara	
1996	Mejoramiento genético de pimentón para deshidratado, desarrollo de variedades de mayor productividad y calidad agrícola e industrial	Hortícola	Pimentón	Invertec Foods S.A.	Francisco Lathrop Velasco	72 meses
1995	Implementación de un sistema de certificación de plantas de berries libres de virus.	Frutícola	Berries	Hortifrut S.A.	Hugo von Beeemath	24 meses
1991	Certificación de cultivares de manzano mediante el desarrollo de un sistema biotecnológico.	Frutícola	Manzano	Frutícola de Valdivia Exportaciones Ltda.	Fernando Medel Salamanca	24 meses

FONDO NACIONAL DE DESARROLLO TECNOLÓGICO Y PRODUCTIVO (FONTEC - CORFO)

SECTOR FORESTAL						
AÑO	PROYECTO	INDUSTRIA RELACIONADA	ÁREA / ESPECIE	EJECUTOR	ENCARGADO PROY.	DURACION
2000	Desarrollo de un biopesticida para el control de la polilla del brote del pino.	Forestal - Agroquímica	Pino	Controladora de Piagas Forestales S.A.	Andrés France Iglesias	48 meses
1999	Biología reproductiva y protocolos de híbridos de Eucalyptus	Forestal	Eucalyptus	BIOFOREST S.A.	Claudio Balocchi	
1998	Implementación de un sistema de masificación de las ganancias genéticas en Pinus radiata (d don) a través del proceso de embriogénesis somática.	Forestal	Pino	Forestal Minico S.A.	Carlos Douglas Palle	
1997	Desarrollo de la tecnología de micropropagación de Eucalyptus globulus y E. Nitens.	Forestal	Eucalyptus	CEFOR	Urrutia-Reyes	
1996	Tratamientos enzimático en el proceso de extracción de aceite de Avellana chilena.	Forestal - Alimenticia	Avellano	Ultratech S.A	Sergio Gonzalez Mujica	
1995	Producción masiva de Trichogramma para el control de polilla del brote.	Forestal	Pino	Forestal Celco S.A		24 meses
SECTOR PECUARIO						
AÑO	PROYECTO	INDUSTRIA RELACIONADA	ÁREA / ESPECIE	EJECUTOR	ENCARGADO PROY.	DURACION
2001	Desarrollo de suplementos bioestimulantes en base a BGMOS para producción animal.	Ganadera - Farmacéutica Veterinaria	Varias especies	Bioprocesos Chile S.A.	Raúl Cañas Cruchaga	
2000	Recuperación genética de la gallina araucana para creación de genofondo que permita su reproducción y comercialización como raza criolla chilena, en la obtención de huevos con menor contenido de colesterol	Avícola	Gallina	Lombricon Ltda.	Hernán Rodríguez	
1999	Núcleo de mejoramiento genético ovino para la XI región.	Ganadera	Ovina	Sociedad Comercializadora Comdale Aysén Ltda.	Marcelo Hervé F.	
1998	Determinación del código genético e identificación de patrones característicos a través de análisis de ADN en equinos, bovinos y caninos.	Ganadera	Bovina-equina-canina	Ximena Mathieu Benson	Ximena Mathieu Benson	
1998	Desarrollo de biotecnologías reproductivas en camélidos sudamericanos.	Ganadera	Camélidos	Heinrich von Baer von Lochow	Heinrich von Baer von Lochow	36 meses
1998	Producción de caballos finos de salto, mediante transferencia de embriones en Haras Siracusa.	Ganadera	Equina	Criadero Siracusa S.A.	Rutilio Vargas Niello	
1998	Aplicación de transferencia y sexado de embriones.	Ganadera	Varias especies	Eduardo Naegel Schwerter	Eduardo Naegel Schwerter	

FONDO NACIONAL DE DESARROLLO TECNOLÓGICO Y PRODUCTIVO (FONTEC - CORFO)

SECTOR PECUARIO						
AÑO	PROYECTO	INDUSTRIA RELACIONADA	ÁREA/ESPECIE	EJECUTOR	ENCARGADO PROY.	DURACIÓN
1997	Introducción tecnológica y evaluación productiva de la inseminación artificial en ovejas.	Ganadera	Ovina	Victor Domingo Schwenne Carrasco.	Victor Domingo Schwenne Carrasco	
1997	Mejoramiento genético caprino	Ganadera	Caprina	Chevrita s.a.		
1997	Validación de biotecnología de inseminación artificial intracervical con semen congelado en ovinos corriedale en Magallanes.	Ganadera	Ovina	Sociedad Ganadera Tehuel Aike Ltda.	Etel Latorre	
1996	Formación de un banco de germoplasma de razas bovinas de carne para programas de cruzamientos comerciales.	Ganadera	Bovina	Nicolás Luis Mladinic Prieto	Nicolás Luis Mladinic Prieto	
1995	Desarrollo de técnicas de inseminación artificial y transferencia de embriones en llamas de selección para exportación.	Ganadera	Llama	Heinrich Ferdinand von Baer von Lochow	Heinrich von Baer von Lochow	24 meses
1995	Centro genético experimental para investigación caprina.	Ganadera	Caprina	Centro Genético Productivo Asistencial S.A.	Alejandro Araya Alemparte	24 meses
1994	Desarrollo de un ensayo de inmunodiagnóstico para la determinación precoz de gestación bovinos.	Ganadera-Veterinaria	Bovina	Bios Chile Ingeniería Genética S.A.	Enrique Méndez Carrasco	33 meses
1994	Implementación y evaluación de biotecnologías de inseminación artificial en ovinos corriedale en Magallanes.	Ganadera	Ovina	Sociedad Ganadera Tehuel Aike Ltda.	Margarita Contreras Fuentes	24 meses
1992	Uso de la transferencia de embriones en el mejoramiento de ganado hereford en Magallanes.	Ganadera	Bovina	Nicolás Luis Mladinic Prieto	Nicolás Luis Mladinic Prieto	
1992	Desarrollo de productos farmacológicos y biotecnológicos a partir de glándulas y órganos animales.	Farmacológica-Cosmética-Alimenticia	Varias especies	Biotechnica Lo Valedor S.A.		12 meses

SECTOR AGRICOLA						
AÑO	PROYECTO	INDUSTRIA RELACIONADA	ÁREA / ESPECIE	EJECUTOR	ENCARGADO PROY.	DURACION
1999	Mejoramiento de la calidad del material de propagación del viñedo chileno: plantas libres de virus y portainjertos resistentes a filoxera y nemátodos	Vitivinicola	Vid	AGRO-UC	Jorge Pérez	48 meses
1998	Mejoramiento genético de duraznero y neclarin para la obtención de variedades orientadas a satisfacer las necesidades agronómicas y comerciales de Chile	Fruticola	Durazno	ANA	Rodrigo Infante	48 meses
1997	Estrategias sustentables para controlar enfermedades fungosas en plantaciones de manzano. I parte	Fruticola	Manzano	INIA, Carillanca	Manuel Gidekel	36 meses
SECTOR FORESTAL						
AÑO	PROYECTO	INDUSTRIA RELACIONADA	ÁREA / ESPECIE	EJECUTOR	ENCARGADO PROY.	DURACION
2001	Obtención de Eucaliptos globulus elite, tolerante a heladas.	Forestal	Eucalyptus	VITROGEN S.A.	Emilio Guerra	24 meses
2001	Herramientas morfológicas, bioquímicas y moleculares para la producción, caracterización y certificación de material genético forestal.	Forestal	Varias especies	INIA, Quilimapu	Mario Paredes	36 meses
2001	Desarrollo de estrategia para conferir resistencia a enfermedades fúngicas en el género Pinus ssp, con énfasis en Pinus radiata d. Don	Forestal	Pino	Fundación Chile	Juan Carlos Carmona	36 meses
2001	Silvicultura clonal en Raulí para aumentar la productividad de sitios forestales en la IX y X regiones.	Forestal	Raulí	CEFOR S.A	Roberto Ipinza Carmona	36 meses
2001	Aumento de la productividad de las plantaciones de Eucalyptus globulus en la regiones IX y X por obtención de árboles elite tolerantes a ataques de hongos defoliantes.	Forestal	Eucalyptus	UFRO	Ana Gutiérrez	36 meses
1998	Control de polilla del brote (Rhyaciona buoliana den et schiff) en planta de pino (Pinus radiata d. don) mediante el uso de técnicas biotecnológicas disponibles y comercialmente probadas	Forestal	Pino	Fundación Chile	Juan Carlos Carmona	36 meses
1998	Técnicas silvícola y genéticas para cuatro especies nativas de interés comercial.	Forestal	Varias especies	INFOR	Iván Quiroz M	36 meses
1997	Micropropagación y caracterización genética de Eucalyptus nitens maiden.	Forestal	Eucalyptus	INIA, Quilimapu	Mario Paredes	36 meses
1995	Programa de mejoramiento genético de especies del género Eucalyptus.	Forestal	Eucalyptus	INFOR	María P. Molina	36 meses
SECTOR PECUARIO						
AÑO	PROYECTO	INDUSTRIA RELACIONADA	ÁREA / ESPECIE	EJECUTOR	ENCARGADO PROY.	DURACION
2001	Selección y Manejo genético en base a comportamiento higiénico de abejas (Apis mellifera) para la araucanía.	Apícola	Abeja	UC Temuco	Ximena Araneda	36 meses

SECTOR AGRICOLA							
AÑO	PROYECTO	INDUSTRIA	ÁREA / ESPECIE	EJECUTOR	APORTE PRIVADO	ENCARGADO PROY.	DURACION
2001	Desarrollo y evaluación de una tecnología no térmica para la pasteurización de jugos clarificados de manzana.	Alimenticia	Manzana	UCV	Invertec Natural Juice S.A. y Factor Ltda.	Luis Felipe Aguilar Cavallo	30 meses
2001	Desarrollo de líneas transgénicas de vid con resistencia a enfermedades fungosas.	Vitivinicola	Vid	INIA	Agrícola Brown y Biogenetic S.A. y Fundación Chile	Patricio Vicente Hinrichsen Ramirez	48 meses
2000	Diferenciación de los vinos tintos chilenos en el mercado mundial mediante la determinación de marcadores moleculares característicos en cuanto a cepa y origen.	Vitivinicola	Vid	U. de Concepción	Sociedad Vinícola Viña Miguel, Viña Concha y Toro S.A., Cooperativa Agrícola Vitivinícola de Sociedad Agrícola Requingua Ltda., Empresa De Servicios Tecnológicos Ltda.	Dietrich von Baer Von Lochow	36 meses
2000	Desarrollo de tecnología limpia para el control de problemas fitosanitarios en postcosecha de frutos de exportación mediante el uso de sustancias naturales.	Frutícola	Fitosanitaria / frutos	UFSM	Quimetal Industrial S.A. y Fundación Chile	Manuel Young Anze	18 meses
1999	Desarrollo de sistemas para lograr resistencia a enfermedades fungosas en vides.	Vitivinicola	Vid	INIA	Fundación Chile, Interlink Biotechnologies, Inc., Agrícola Brown Ltda.	Carlos Muñoz Schick	27 meses
1999	Desarrollo de aplicaciones innovativas de quitosana y sus derivados.	Acuicola, Agrícola, Farmacéutica	Varias especies	U. de Concepción	Anasac S.A.C.I.	Galo Cardenas Triviño	31 meses
1998	Desarrollo de estrategias competitivas de fitomejoramiento molecular para calidad agroindustrial en trigo (Triticum aestivum).	Cereales	Trigo	INIA, Carilanca	Asociación De Molineros Del Sur A.G., Granoléc S.A., Sociedad De Fomento Agrícola Ganadero, John James Centre, Oregon State University, Molinos Collico	Claudio Jobet Fornazzari	43 meses
1998	Recolección y caracterización de cepas autóctonas de levaduras para la diferenciación e identidad organoléptica de los vinos chilenos	Vitivinicola	Vid	USACH	Sociedad Vinícola Viña Miguel, Viña Lomas De Cauquenes, Instituto De Agroquímica Y Tecnología, Empresa Golondrina Espinoza Y Urzua Ltda., Instituto Sperimentale Per Le, Consejería De Agricultura Y Pesca, Escuela Politécnica Superior, Centre Interregional De Recherche El, Horacio Alvarez Barrós	Maria Angelica Ganga Muñoz	43 meses
1997	Producción de plantas de frutilla de alta calidad orientada al mercado de exportación.	Frutícola	Frutillas	UCH		Carmen Prieto y Alvaro Peña	48 meses
1997	Optimización de procesos de producción y recuperación de aromas en jugos, vinos y destilados	Alimenticia - Vitivinicola	Vid	PUC	Cooperativa Agrícola Pisquera, Grupo Lallemand, Institute Nat. Recherche Agronomique, Didiac S.A.	Eduardo Esteban Agosin Trumper	36 meses
1996	Producción de variedades de papa resistentes a bacterias patógenas utilizando transformación.	Hortícola	Papa	INIA, Remehue	Instituto De Investigaciones Gt. Productores De Papa	Julio Kalazich Barassi	42 meses
1996	Producción de fructosa y oligosacáridos a partir del cultivo de topinambur (Helianthus tuberosa) en la novena y décima regiones	Frutícola- Alimenticia	Subproductos/ Topinambur	PUC	Biología Agropecuaria S.A., Agroindustrial Frutos Del Maipo, Association Des Etablissements	Manuel Felipe Carruaga Labatut	44 meses
1991	Utilización de ingeniería genética para la producción de plantas transgénicas de papa (Solanum tuberosum) con resistencia a bacterias patógenas.	Hortícola	Papa	PUC		Alejandro Venegas Esparza	54 meses
SECTOR FORESTAL							
AÑO	PROYECTO	INDUSTRIA	ÁREA / ESPECIE	EJECUTOR	APORTE PRIVADO	ENCARGADO PROY.	DURACION
2002	Factibilidad de biopulpa kraft aplicado a especies del genero Eucalyptus	Celulosa	Eucalyptus	UCH	Celulosa Arauco y Constitución S.A., Compañía Manufacturera De Papeles, Forest Research Institute y Biological Laboratory, Waikato	Javier Gonzalez Molina	32 meses
2001	Biorreducción del Pitch (resina) en madera de Pino radiata.	Forestal	Pino	U. Bio-Bio	Sociedad Forestal Millaletmu S.A., Forestal Jophue S.A., University Of Minnesota, Universidad De British Columbia - Ubc	José Arturo Navarrete Araya	36 meses
2001	Evaluación de nuevos híbridos de Populus con fines ambientales y de protección ambiental. Etapa I. Selección genética preliminar.	Forestal	Alamo	UTAL		Francisco Javier Zamudio Arancibia	
2000	Captura de genotipos para el desarrollo de una raza de Eucalyptus globulus tolerante al frío.	Forestal	Eucalyptus	INFOR	Forestal Los Lagos, Forestal Tomagalones Bosques Cauil y Valdivia, Forestal Ceko, Cooperativa de Mejoramiento Genético, Confal, Bioforest	Braulio Gutiérrez Caro.	36 meses
1998	Programa de mejoramiento genético para la primera generación de las especies coligue y laurel en Chile.	Forestal	Coligue- Laurel	U. Austral	Centro Experimental Forestal, Sociedad Agrícola El Estuero, Agropecuaria Marquina, Forestal Nallume Carranco, Confal Compañía Industrial Puerto Montt, Federación Carmesina La Espiga de Oro, Sociedad Agrícola Pumol, Compañía Forestal y Maderera INFOR.	Roberto Ipinza Carmona	36 meses

FONDO DE FOMENTO AL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO (FONDEF- CONICYT)

SECTOR FORESTAL						
AÑO	PROYECTO	INDUSTRIA	ÁREA/ESPECIE	EJECUTOR	APORTE PRIVADO	ENCARGADO PROY. DURACION
1998	Establecimiento de las bases para un mejoramiento del genero populus en Chile mediante la introducción de nuevos clones y genotipos seleccionados de álamo	Forestal	Álamo	UTAL	Popular Molecular Genetics Cooperative, SNA, Corral, Compañía Agrícola y Forestal, Viveros Maffi/Vivero Sociedad Enrique Matthei J., Institut Nacional De La Recherche, Forestal Dos Aguas, Manual Labra Babin, Jaime Urcia Green, Ilustres Municipalidad de San Clemente, Lake Eston.	Francisco Javier Zamudio Arancibia 36 meses
1997	Biorremediación microbiana, fitorremediación y uso agroforestal de residuos sólidos de la industria de celulosa	Celulosa	Celulosa	PUC	Bioforest S.A., Celulosa Arauco y Constitución S.A.	Miguel Jordan Zimmermann 36 meses
1997	Laboratorio de procesos de revigorización y rejuvenecimiento aplicados al mejoramiento genético de especies leñosas de interés agroforestal	Maderera-Forestal	Varias especies	U. de Concepción	-	Manuel Eduardo Sanchez Olate 18 meses
1997	Biopulpaje kraft aplicado a pino radiata.	Celulosa	Pino	UCH	Celulosa Arauco y Constitución S.A.	Javier González Molina 42 meses
1997	Desarrollo de una nueva generación de agentes deslignificantes para el blanqueo de pulpa de celulosa.	Celulosa	Celulosa	U. de Concepción	CMPC Celulosa	Jaime Rodríguez G. 42 meses
1997	Mejoramiento genético y establecimiento de lenga en las regiones australes XI y XII.	Forestal	Lenga	INFOR	Conaf, Forestal Aysen, Forestal Russfin, Forestal Mininco, Forestal Trillium, Escuela Agrícola De La Palagonia, Sociedad Agrícola Y Maderera, Forestal Y Ganadera Monte Alto.	Hans Grosse Werner 36 meses
1996	Mejoramiento genético para especies de Nothofagus de interés económico	Forestal	Nothofagus	U. Austral	Conaf, Forestal Aysen, Forestal Russfin, Forestal Mininco, Forestal Trillium, Escuela Agrícola De La Palagonia, Sociedad Agrícola Y Maderera, Forestal Y Ganadera Monte	Roberto Ipinza Carmona 43 meses
1996	Hemisíntesis de hormonas sexuales y corticales a partir de androstenediona obtenida de tall oil	Farmacéutica Celulosa	Celulosa	U. de Concepción	Laboratorio Recalcine S.A.	Mario Jorge Silva Osorio 36 meses
1991	Bioblanqueamiento de pulpa de celulosa kraft y eliminación biológica de derivados clorados de lignina.	Celulosa	Celulosa	PUC	Celulosa Arauco Y Constitución S.A.	Rafael Vicuña E. 36 meses
1991	La mejora genética de los Eucalyptus en Chile.	Forestal	Eucalyptus	INFOR	-	Norman Smith Vivallo 48 meses
1991	Aplicaciones biotecnológicas para la obtención de hormonas esteroideas a partir de residuos de la industria de la celulosa	Farmacéutica-Celulosa	Celulosa	U. de Concepción	Inversiones Campanil S.A.	Mario Silva Osorio 48 meses
SECTOR PECUARIO						
AÑO	PROYECTO	INDUSTRIA	ÁREA/ESPECIE	EJECUTOR	APORTE PRIVADO	ENCARGADO PROY. DURACION
1999	Desarrollo y evaluación a terreno de un sistema diagnóstico basado en la amplificación de secuencias génicas, específico para la identificación de Mycobacterium Bovis.	Ganadería Veterinaria	Bovino	U. Austral	Asociación Gremial De Productores De Servicio Agrícola Y Ganadero (Sag), Servicio Agrícola Y Ganadero (Sag), Universidad De Concepción, Biosonda S.A.	Ana María Zagarra Olavarría 42 meses
1999	Desarrollo de probióticos cofactores y prebióticos (mezcla simbiótica) para alimentación animal.	Ganadería-Veterinaria	Varias especies	UFRO	Biofrut S.A., Biotecnología Agropecuaria S.A., Universidad De Munchen	Sergio Bravo Escobar 36 meses
1997	Desarrollo de tecnologías competitivas de producción de embriones para la introducción acelerada de material genético superior en bovinos de leche y carne.	Ganadería- Lechera	Bovino	U. de Concepción	Forestal Recimax S.A., Fondo Roncadero De Calfo, Agronomical Frisco Ltda., Tra Biotecnología, Agrícola Y Ganadera Campo Llano Ltda.	José Cox Ureta 65 meses
1996	Implementación de laboratorio de I&D en la producción de semen y embriones en caprinos	Ganadería	Caprina	U. de Concepción	Asociación Gremial de Productores	José Cox Ureta 23 meses
1991	Producción en escala piloto de un preparado enzimático de calidad comercial con actividad láctica, a partir de kluyveromyces fragilis	Alimenticia	Varias especies	UCV	Industria Dos Alamos S.A.C.I.	Andrés Illanes Frontaura 44 meses

FONDO NACIONAL DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO (FONDECYT - CONICYT)

SECTOR AGRICOLA						
AÑO	PROYECTO	INDUSTRIA RELACIONADA	ÁREA / ESPECIE	EJECUTOR	ENCARGADO PROY.	DURACION
2001	Caracterización genética de la respuesta de floración a fotoperíodo y temperatura en <i>Pisum sativum</i> .	Agrícola	Arveja	PUC	José Antonio Alcalde Furber	24 meses
2001	Estudio fitopatológico y molecular del sistema <i>Puccinia striiformis</i> F. ssp. <i>tritici west.</i> - <i>Triticum aestivum</i> UM L. y de su incidencia en la pérdida de cultivares de trigo desde su utilización comercial	Cereales	Trigo	INIA, Quilmapu	Ricardo Madariaga Burrows	36 meses
2000	Domesticación adicional del <i>Lupinus angustifolius</i> : Estimación de heredabilidad de la proporción de pared de la vaina, del grosor de la cubierta seminal y del peso de grano, y selección recurrente para estos caracteres. Acido jasmónico y su rol en resistencia a patógenos vegetales. Evaluación del efecto de patógenos sobre plantas transgénicas con concentraciones modificadas de ácido jasmónico	Veterinaria, Agroquímica	Lupino australiano	INIA, Carillanca	Mario Mera Krieger	36 meses
2000	Actividad de bacterias modificadas del filopiano del tomate como complemento para el control de la plaga polilla del tomate.	Agrícola	Plantas transgénicas	UFSM	Hugo Peña Cortes	24 meses
1999	Actividad de bacterias modificadas del filopiano del tomate como complemento para el control de la plaga polilla del tomate.	Hortícola	Tomate	UTAL	Luis Meza Basso	36 meses
1999	Desarrollo de un mapa de ligamiento genético e identificación de marcadores moleculares para caracteres de interés en <i>vitis vinifera</i> L.	Frutícola - Vitivinícola	Vid	INIA, La Platina	Patricio Hinrichsen Ramirez	36 meses
1999	Caracterización molecular de aislamientos chilenos de plum pox virus (PPV) y transformación de prunus para introducir resistencia a PPV.	Frutícola- Hortícola	Prunus	INIA, La Platina	Humberto Prieto	36 meses
1998	Aislamiento y caracterización de secuencias señales reguladoras de la transcripción del retrotransposon tom1 de <i>Lycopersicon</i> chilense ( <i>Solanaceae</i> ).	Frutícola	Lycopersicon chilense	UTAL	Simón Aurelio Ruiz Lara	36 meses
1998	Origen y base genética del frejol tradicional chileno: sus implicaciones para el mejoramiento y la conservación de este recurso.	Horticultura	Frejol	U. Adventista	Viviana Lorena Becerra Velásquez	36 meses
1998	Caracterización agronómica, bioquímica y molecular de 68 accesiones chilenas de <i>Fragaria chiloensis</i> (L.) Duch. seleccionadas como posibles progenitoras para un programa de mejoramiento	Frutícola	Frutilla	INIA, Cauquenes	Jorge Lavín Acevedo	36 meses
1998	Diversidad genética y fenotípica de cepas de <i>Frankia</i> aisladas de rhamnaceas nativas: marcadores moleculares y propiedades simbióticas	Agrícola	Plantas actinorróicas	UCH	Margarita Carú Marambio	36 meses
1997	Uso de marcadores moleculares para la identificación varietal y estudio de filogenia en frutilla.	Frutícola	Frutilla	UCH	Marina Gambardella Casanova	36 meses
1997	Utilización de técnicas de "fingerprinting" para la determinación de idoneidad variedad en vid.	Frutícola - Vitivinícola	Vid	INIA, La Platina	Patricio Hinrichsen Ramirez	24 meses
1997	Establecimiento de un programa de saneamiento de cítricos y formación de un banco de razas de virus y viroides.	Frutícola	Cítricos	UCV	Ximena Besoain Canales	36 meses
1997	Desarrollo de sistemas de diagnóstico para la detección de <i>botrytis</i> en uva ( <i>Vitis vinifera</i> L.) basado en el uso de anticuerpos monoclonales (AcMo).	Frutícola - Vitivinícola	Vid	UCH	Jaime Auger Saavedra	36 meses
1997	Manipulación de las concentraciones endógenas de las fitohormonas ácido abscísico y ácido jasmónico mediante las técnicas de sobre-expresión y ARN-antisentido en plantas transgénicas	Agrícola	Plantas transgénicas	USACH	Hugo Alberto Peña Cortes	36 meses
1997	Selección y caracterización de levaduras vinicas nativas de dos zonas chilenas productoras de vinos.	Vitivinícola	Vid	UCH	Eduardo Loyola Madariaga	36 meses
1995	Encapsulamiento de células procarionóticas para el control biológico de agentes fitopatógenos.	Agrícola- Agroquímica	Fitopatología	U. Austral	Luigi Ciampi	36 meses
1995	Introducción de resistencia al virus del mosaico de la sandía II en Melón, usando técnicas de transformación genética.	Frutícola	Melón	INIA, La Platina	Carlos Muñoz Schick	36 meses
1995	Desarrollo de líneas puras sobre haploides de cebada mediante la hibridación interespecífica <i>Hordeum vulgare</i> (2N=2X=14) y <i>H. bulbosum</i> (2N=2X=14).	Producción cerealícola	Cebada	INIA, La Platina	Haroldo Salvo Garrido	24 meses

FONDO NACIONAL DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO (FONDECYT - CONICYT)

SECTOR AGRICOLA						
AÑO	PROYECTO	INDUSTRIA RELACIONADA	ÁREA / ESPECIE	EJECUTOR	ENCARGADO PROY.	DURACION
1994	Estudios de exportación de péptidos bacteriicidas en cepas del género <i>Erwinia</i> manipuladas genéticamente, evaluación de su uso en control biológico de microorganismos fitopatógenos.	Hortícola	Biopesticidas	PUC	Alejandro Venegas E.	36 meses
1994	Desarrollo de líneas dihaploides, vía gametos 2N en <i>Solanum tuberosum</i> spp. <i>tuberosum</i> , de Chile, y en <i>S. tuberosum</i> spp. <i>andigena</i>	Hortícola	Papa	U. Austral	Andrés Contreras Méndez	36 meses
1994	Obtención de gomas de interés industrial por modificación química de goma natural de <i>Euphorbia lactiflora</i>	Agroquímica	<i>Euphorbia lactiflora</i>	U. de Concepción	Sara Gneco Donoso	36 meses
1994	Caracterización de cepas nativas de <i>Bacillus thuringiensis</i> y optimización de la expresión de los genes codificadores de sus delta-endotoxinas.	Hortícola - Agroquímica	Varias especies	UTAL	Luis Meza Basso	36 meses
1994	Variabilidad genética natural e inducida del ajo ( <i>Allium Sativum</i> L. y <i>Allium Ampeloprasum</i> L.) y propagación masiva como base del mejoramiento varietal.	Agrícola	Ajo	INI/A, La Platina	Moisés Escaff Gacitúa	36 meses
1993	Variabilidad genética y herencia del contenido y eficiencia de utilización del fósforo en trigo.	Producción cerealícola	Trigo	U. Austral	Patricio Barriga Bezanilla	24 meses
1992	Mejoramiento genético y cultural de especies hortícolas con potencial de exportación del sur de Chile	Frutícola	Vid	UCH	Jaime Auger Saavedra	36 meses
1991	Implementación y desarrollo de métodos de inmunodiagnóstico de enfermedades causadas por hongos en vides de uva de mesa.	Hortícola	Hortalizas	U. Austral	Aage Krarup Hjort	36 meses
1991	Efecto de los procesos de producción en aroma y calidad del pisco	Pisquero	Pisco	UCH	Loyola Madariaga Eduardo Alberto	36 meses
1991	Factores socioeconómicos y políticos relacionados con los recursos fitogenéticos, consecuencias para la biotecnología agrícola y la agroalimentación en Chile	Agrícola	Varias especies	U. Austral	Jubel Moraga Rojel	36 meses
1990	Evaluación, mejoramiento y selección de genotipos de frutilla ( <i>Fragaria ananassa</i> \ Duch) para las condiciones de cultivo de la zona central chilena.	Frutícola	Frutilla	UCH	Marina Gambardella Casanova	36 meses
1990	Biogénesis de mitocondrias de vegetales: Estudio sobre la expresión del genoma mitocondrial de <i>S. tuberosum</i> .	Hortícola	Papa	PUC	Xavier Jordana de Buén	36 meses
SECTOR FORESTAL						
AÑO	PROYECTO	INDUSTRIA RELACIONADA	ÁREA / ESPECIE	EJECUTOR	ENCARGADO PROY.	DURACION
2003	Búsqueda de proteínas que regulan la expresión del sistema lignolítico del basidiomicete <i>Ceriporiopsis subvermispora</i> en respuesta a metales y compuestos aromáticos	Celulosa	Celulosa	PUC	Jose Rafael Vicuña Errazuriz	
1999	Expresión de genes microbianos involucrados en el catabolismo de compuestos aromáticos, Lignina y Hemicelulosas, a nivel de laboratorio y en el ambiente	Celulosa	Celulosa	PUC	Bernardo Gonzalez Ojeda	
1998	Análisis genético cuantitativo de la estabilidad del crecimiento y las características de la madera en una población reproductiva de <i>Pinus Radiata</i> D. Don	Madera-Forestal	Pino Radiata	UTAL	Francisco Zamudio Arancibia	36 meses
1997	Enzimología y genética molecular del sistema ligninolítico del basidiomicete <i>Ceriporiopsis subvermispora</i>	Celulosa	Celulosa	PUC	Jose Rafael Vicuña Errazuriz	
1996	Uso de sideróforos para la obtención de pulpas blanqueadas TCF.	Celulosa	Celulosa	U. de Concepción	Jaime Rodríguez Gutiérrez	36 meses
1995	Propiedades crioprotectoras y destino metabólico de la boldina: un antioxidante de origen natural	Farmacéutica-Forestal	Boldina	UCH	Hernán Speisky Cosoy	36 meses
1994	Conservación de especies de <i>Nothofagus</i> de la zona mesomórfica vulnerables o en peligro de extinción mediante macro y micropropagación	Forestal	Nothofagus	U. Austral	Peter Seemann	24 meses
1994	Caracterización bioquímica y genética del sistema lignolítico del hongo <i>Basidiomicete Ceriporiopsis subvermispora</i>	Celulosa	Celulosa	PUC	Rafael Vicuña E.	36 meses

FONDO NACIONAL DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO (FONDECYT - CONICYT)

SECTOR PECUARIO						
AÑO	PROYECTO	INDUSTRIA RELACIONADA	ÁREA / ESPECIE	EJECUTOR	ENCARGADO PROY.	DURACION
2001	Inmunización de bovinos con secuencias nucleotídicas que codifica para proteínas protectoras y su efecto en las poblaciones T.	Ganadera	Bovina	U. de Concepción	Angel Onate Contreras	48 meses
2001	Utilización de bacterias lácticas como vehículos para la expresión de péptidos funcionales en el tubo digestivo	Ganadera	Varias especies	UCH	Martin Marie Bruno Gotteland Russell	36 meses
1998	Desarrollo de aplicaciones biotecnológicas al fitomejoramiento de trebol rosado ( <i>Trifolium pratense</i> L.)	Forrajera	Varias especies	INIA, Carillanca	Fernando Ortega Klose	36 meses
1998	Pestivirus y herpesvirus en pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos prospección serológica y virológica.	Ganadera-Camelida	Camélidos-Rumiantes	UCH	Orfelia María Celedón Venegas	36 meses
1997	Caracterización genómica, antigénica y biológica de aislados nacionales del virus de la diarrea viral bovina.	Ganadera	Bovina	UCH	José Pizarro Lucero	36 meses
1996	Evaluación y caracterización de germoplasma de Medicago polymorpha y de sus rizobios asociados. Características ecofisiológicas, bioquímicas, moleculares y agronómicas	Ganadera	Hualputra	INIA, Quilamapu	Alejandro del Pozo Lira	36 meses
1994	Estudio de la relación existente entre la habilidad que tiene espermatozoides de chivos de experimentar capacitación in vitro y la capacidad fecundante in vitro e in vivo de sus eyaculados.	Ganadera	Chivo	U. de Concepción	José Francisco Cox Ureta	36 meses
1994	Biogénesis de peroxisomas en células animales: un estudio en células gaméticas, en desarrollo embrionario y en proliferación peroxisomal inducida.	Ganadera	Varias especies	PUC	Manuel Santos Alcántara	24 meses
1992	Evolución y biodiversidad del genoma en la especiación de mamíferos.	Conservación de especies	Varias especies	UCH	Angel Spotorno Oyarzún	36 meses
1991	Desarrollo y utilización de un test de penetración espermática múltiple de zona pelúcida para el estudio del transporte espermático y fertilización en rumiantes.	Ganadera	Rumiantes	U. de Concepción	José Cox Ureta	36 meses
1991	Caracterización y selección de antígenos de Fasciola hepática: potencial diagnóstico en animales infectados naturalmente.	Ganadera	Varias especies	UCH	Texia Gorman Goffieri	36 meses
1991	Caracterización serológica, patogénica e inmunológica de aislados virales de hepatitis con cuerpos de inclusión.	Ganadera	Varias especies	UCH	Héctor Hidalgo Olate	24 meses
1990	Aplicación de biotecnología reproductiva en camélidos sudamericanos	Camelida	Camelido	U. Austral	Jorge Correa Soto	36 meses

## ANEXO 5: CATASTRO DE INSTITUCIONES

Instituciones que han participado como ejecutoras y asociadas en proyectos relacionados con biotecnología silvoagropecuaria realizados con apoyo de fondos concursables estatales

Institucion	N° proyectos
Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)*	32
Universidad de Chile	21
Pontificia Universidad Católica de Chile	18
Universidad de Concepción	16
Universidad Austral	11
Universidad de Talca	9
Celulosa Arauco y Constitución S.A.**	7
Instituto Forestal de Chile	7
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	7
Fundación Chile	6
Universidad de Santiago	4
Bios Chile	3
Biología Agropecuaria	3
DIAGNOTECH	3
Forestal Mininco	3
Hortifrut	3
U. Católica de Temuco	3
U. Federico Santa María	3
Agrícola Brown	2
Biofrut	2
Bioprocesos Chile	2
Empresa De Servicios Tecnológicos	2
Escuela Agrícola De La Patagonia	2
Forestal Celco	2
Forestal Russfin Ltda.	2
Forestal Trillium Ltda	2
Forestal y Ganadera Monte Alto	2
Fundación de Ciencia para la Vida	2
Heinrich von Baer von Lochow	2
Municipalidad Lonquimay	2
Nicolás Luis Mladinic Prieto	2
Sociedad Agrícola Y Maderera	2
Sociedad Ganadera Tehuel Aike	2
Sociedad Vinícola Viña Miguel	2
Universidad de la Frontera	2
Forestal Dos Aguas S.	1
Fundo Rondadero De Cato	1
Horacio Alvarez Barrios	1
Interlink Biotechnologies,	1
Molinos Collico	1
Viña Concha Y Toro	1

Institucion	N° proyectos
Vivero forestal Cavilolen	1
Acosta y Ceballos Ltda.	1
Agrícola Isla Miraflores	1
Agrícola y Ganadera Campo Lindo	1
Agroindustrial Frisac	1
Agroindustrial Frutos Del Maipo	1
Agropecuaria Mariquina	1
AGRO-UC	1
Alamos del Sur	1
ANA	1
Anasac S.A.C.I.	1
Apablaza y Santelices	1
Asociación de Exportadores de Chile	1
Asociación De Molineros Del Sur A.G	1
Biogenetic	1
Bioplanet Servicios Integrales en Biotecnología	1
BIOPOL	1
Biosonda	1
Biotechica Lo Valledor	1
Bosques Arauco	1
Bosques Cautin S.A.	1
CEFOR S.A	1
Centro de Educación y Tecnología	1
Centro de Producción y Experimentación Forestal	1
Centro Experimental Forestal	1
Centro Genético Productivo Asistencial S.A.	1
Centro de Educación y Tecnología (CET)	1
Chevrita s.a.	1
CMPC Celulosa	1
Compañía Agrícola Y Forestal	1
Compañía Forestal Y Maderera	1
Compañía Industrial Puerto Montt	1
Compañía Manufacturera De Papeles	1
Comunidad Agrícola "Cuz-Cuz"	1
Corporación Nacional Forestal (CONAF)	1
Conserjería De Agricultura Y Pesca	1
Controladora de Plagas Forestales S.A.	1

\* Incluye las investigaciones de los centros: La Platina, Carillanca, Quilamapu y Remehue

\*\* Incluye proyectos de Bioforest S.A.

Institucion	Nº proyectos
Cooperativa Agricola Pisquera	1
Cooperativa Agricola Vitivinicola De Sociedad	1
Agricola Requiringua Ltda	1
Cooperativa De Mejoramiento Genetico	1
Criadero Siracusa S.A.	1
Dictuc S.A	1
Eduardo Naegel Schwerter	1
Empresa De Alimentos Golondrina	1
Escuela Politecnica Superior	1
Espinoza Y Urzua Ltda	1
Estancia Josefina	1
Esteban Vera Triviño	1
Factor Ltda.	1
Faenadora de Carnes Nuble S.A.	1
Federacion Campesina La Espiga De Oro	1
Florence Flowers	1
Forestal Aysen	1
Forestal Copihue	1
Forestal Los Lagos	1
Forestal Neltume Carranco	1
Forestal Recimex	1
Forestal Tornagaleones	1
Forestal Valdivia	1
Frutícola de Valdivia Exportaciones	1
Fundación para el desarrollo Frutícola.	1
Fundo Santa Hortensia	1
Fundo Santa Margarita	1
Granotec S.A.	1
Industria Dos Alamos S.A.C.I.	1
INIA, Cauquenes	1
Instituto de Agroquímica y Tecnología	1
Instituto de Investigaciones Gtt	1
Inversiones Biotecnológicas	1
Inversiones Campanil	1
Invertec Foods	1
Invertec Natural Juice	1

Institucion	Nº proyectos
José Balboa Alarcón	1
Laboratorio ByTech	1
Laboratorio Recalcine	1
Llamas del Sur	1
Lombricon	1
Invertec	1
Loncoleche	1
Manzur Agricultural Service	1
Productos Biológicos y Agropecuarios	1
Quimetal Industrial	1
Raúl L. Navarro Chile	1
Soc. Agricola Cuatro Robles	1
Soc. Agricola Pehuén de Curicó	1
Soc. Agricola y Ganadera "El Tangué"	1
Sociedad Agricola El Esfuerzo	1
Sociedad Agricola Pumol	1
Sociedad Comercializadora Corridale Aysén	1
Sociedad De Fomento Agricola Y Ganadero	1
Sociedad Forestal Millalemu	1
Soprole	1
Surlat	1
Tra Biotecnología	1
Universidad Adventista	1
Universidad del Bio-Bio	1
Universidad de Magallanes	1
Ultratech S.A	1
Victor Schwenke	1
Viña Lomas De Cauquenes	1
VITROGEN S.A.	1
Vivero Sociedad Enrique Matthei J.	1
Viveros Mafil	1
Viveros y Viña Santa Rita	1
Ximena Mathieu Benson	1









GOBIERNO DE CHILE  
FUNDACIÓN PARA LA  
INNOVACIÓN AGRARIA