

PROGRAMA NACIONAL INIA

Recursos fitogenéticos, c

¿Qué son los Recursos Fitogenéticos?

Los recursos genéticos son un componente de la Diversidad Biológica que el ser humano ha utilizado desde los comienzos de la civilización con el fin de satisfacer sus necesidades de alimentación, abrigo y salud. Entre los componentes de la Diversidad Biológica, están los recursos fitogenéticos o diversidad genética vegetal. Estos constituyen la base para la creación de nuevos cultivos, variedades, razas y productos, y son fuente de nuevos genes de importancia para el desarrollo silvoagropecuario e industrial. En los últimos años, los recursos fitogenéticos han adquirido una nueva valoración ya que no sólo son reconocidos como base del desarrollo agrícola sino también como fuente importante para generar valor y riqueza en un ámbito que

Ivette Seguel Benítez
Coordinadora Programa Nacional
Recursos Genéticos INIA

Pedro León Lobos
Banco Base de Semillas
INIA-Intihuasi

Entre los atributos que se le reconocen a los recursos fitogenéticos chilenos destacan el alto grado de endemismo, amplia variabilidad genética y el valor de uso actual y potencial.

se extiende más allá de la agricultura.

A nivel mundial existen 250 mil especies de plantas, 8 mil son utilizadas por el hombre y tan sólo unas 300 constituyen la base de la alimentación mundial. De estas cifras se desprende que aún existen muchas especies que no han sido usadas y que podrían, mediante investigación, convertirse en nuevas alternativas o generar productos hasta ahora insospechados. De allí la importancia que últimamente se le atribuye a la conservación y valoración de los recursos fitogenéticos, principalmente en los países en los cuales existe una riqueza fitogenética

poco aprovechada y escasamente valorada, como es el caso de Chile.

¿Cuál es el Valor Estratégico de los Recursos Fitogenéticos Chilenos?

En Chile existen alrededor de 6.200 especies de plantas, número limitado si lo comparamos con otros países del hemisferio sur. Sin embargo, la flora chilena presenta características que hacen de ella un recurso muy atractivo, especialmente para naciones en las cuales el mercado biotecnológico está teniendo un fuerte impulso y se requieren nuevos elementos de innovación.

Entre los atributos que se le reconocen a los recursos fitogenéticos chilenos cabe destacar los siguientes:

- **Alto grado de endemismo.** De las 6.200 especies vasculares existentes en el país, el 80% es nativa y de éstas el 50% es endémica.
- **Amplia variabilidad genética.** Existen en el país un gran número de especies con características de adaptación a diversas condiciones ambientales dadas por la diversidad de ambientes que caracterizan al país.
- **El valor de uso actual y potencial.** El 13,5% de las especies fanerógamas nativas chilenas tiene registrado a lo menos un uso, como plantas alimenticias, ornamentales, edulcorantes, forrajeras, medicinales, tintóreas, productoras de fibra, insecticidas, fungicidas, entre otras.

Considerando lo anterior y situándose en el escenario actual, donde la agricultura

Frontis del bunker de conservación de recursos genéticos del INIA.



conservación y valoración



chilena requiere introducir en el más breve plazo elementos de innovación, el endemismo de las especies chilenas se constituye en un elemento de valor estratégico, ya que el desarrollo de nuevos cultivos y generación de nuevos productos a partir de estas especies le da al país la posibilidad de llegar a nuevos mercados, con productos exóticos, altamente diversificados. Un ejemplo de ello es el desarrollo reciente obtenido por investigadores chilenos en *Leucocoryne*, flor de corte conocida comúnmente como "huilli". A partir de ella se han desarrollado en el país cuatro variedades comerciales con posibilidades concretas en el mercado nacional e internacional. Igual camino se pretende seguir con la murtila, un berrie nativo del sur de Chile que mediante su domesticación y desarrollo se espera incorporarla como una alternativa frutícola a los mercados nacional e internacional. Por otra parte, la variabilidad

genética existente en las especies chilenas, producto de la adaptación a una diversidad de ambientes, da la posibilidad de identificar germoplasma con características específicas, como resistencia a condiciones adversas, como sequía, salinidad, tolerancia al frío, enfermedades, entre otros. Estos materiales, mediante programas de mejo-

En Chile existen alrededor de 6.200 especies de plantas, número limitado si lo comparamos con otros países del hemisferio sur.

ramiento genético, o bien, con el uso de biotecnologías pueden ser utilizados como fuente de genes ya sea para la creación de nuevos cultivares o bien para mejoramiento de especies cultivadas.

Sumado a lo anterior, el INIA mediante una exhaustiva revisión bibliográfica de más de 80 publicaciones y antecedentes

Frascos de conservación de porotos.

de estudios etnobotánicos y fitoquímicos de la flora nativa chilena, logró conformar una base de datos que indica que una fracción importante de las especies nativas tiene un valor de uso. La información obtenida da cuenta que un 13.5% de las especies nativas tienen a lo menos un uso registrado. Lo anterior puede ser confirmado si tan sólo se analiza la flora del Altiplano chileno en la I Región. Para ésta existen antecedentes etnobotánicos que permiten asegurar que un 45% de las plantas que allí se desarrollan son utilizadas tradicionalmente como forrajeras, un 30% como medicinal y un 8% con fines de alimentación, entre otros.

¿Qué problemas enfrenta el país en materia de aprovechamiento de recursos fitogenéticos?

1. Disminución progresiva de la variabilidad genética.

La disminución de las poblaciones conlleva a un fenómeno de erosión genética. Este fenómeno puede ser atribuido a factores como: a) sobreexplotación, pérdida o modificación de hábitats naturales b) subutilización y reemplazo de cultivares tradicionales por variedades modernas más uniformes y de mayor producción, y c) extracción indiscriminada de los recursos genéticos producto de la sobreexplotación. Por mencionar algunos, la extinción del toromiro (*Shofora toromiro*), en Isla de Pascua y del *Bromus mango* en la zona Centro y Sur de Chile. El reemplazo de la quínoa (*Chenopodium quinoa*), por el trigo y otros cereales foráneos.

2. Desaprovechamiento y pérdida de oportunidades económicas ante el desarrollo de actividades productivas



Banco de conservación de especies al interior del bunker.

en el extranjero a partir de recursos genéticos chilenos.

Aún cuando en Chile se reconoce el valor potencial de la flora nativa, no se han generado en el país variedades y/o productos cuya base genética sea el germoplasma chileno. Por el contrario, existen antecedentes de cómo a través de numerosas bioprospecciones nuestras especies han formado parte de importantes desarrollos en otros países, sin que ello haya significado ningún beneficio para Chile. Tal es el caso de la *Alstroemeria* (liuto o lirio del campo), flor de corte de origen chileno desarrollada en Holanda, de la cual existen un gran número de variedades que se comercializan a nivel mundial; el *Bromus*, es una especie forrajera nativa a partir de la cual en Nueva

Aproximadamente el 10% de las plantas nativas chilenas son comercializadas por viveristas y empresas de semilla en Europa y Estados Unidos, con fines ornamentales.

Zelanda se han desarrollado tres variedades comerciales. Otra ejemplo es la frutilla, (*Fragaria chiloensis*), base genética de la fresa cultivada que actualmente se consume en el mundo. Los tomates silvestres (*Lycopersicon chilensis* y *L. peruvianum*), utilizados en los principales Progra-

Compromisos asumidos por INIA

1984. El Ministerio de Agricultura solicita al INIA coordinar y mancomunar los esfuerzos que generan la adhesión de Chile al establecimiento de un Compromiso Internacional en materia de Recursos Genéticos propuesto por la FAO

1989. Asumiendo la solicitud del Ministerio de Agricultura, el INIA conforma el Programa Nacional de Recursos Genéticos con la colaboración del Gobierno de Japón a través de la Agencia de Cooperación Internacional (JICA) dando origen al Proyecto "Conservación de Recursos Genéticos". El proyecto fue diseñado para fortalecer las acciones del fitomejoramiento en tres grandes líneas: a) Mejorar

el sistema de introducción del germoplasma mediante la creación de una unidad de cuarentena b) Mejorar la utilización de los recursos fitogenéticos a través de la aplicación de biotecnologías y c) Mejorar la conservación de los recursos fitogenéticos mediante la creación de una red de bancos de germoplasma distribuidos en distintas regiones del país

1995. El Ministerio de Agricultura y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, firmaron con fecha 02 de agosto, un convenio para la ejecución del Programa: "Desarrollo y Protección de los Recursos Fitogenéticos del País". El objetivo de este Convenio fue definir y sistematizar las actividades técnicas y

administrativas indispensables para el manejo y conservación de los recursos fitogenéticos.

1996. El INIA fue designado por el Ministerio de Agricultura como Curador Nacional de los Recursos Fitogenéticos de Chile, recayendo la responsabilidad sobre el cuerpo técnico, representado, por su Director Nacional. Dentro de las actividades encomendadas se estableció a) Ejecutar un programa de desarrollo y protección de los recursos fitogenéticos de Chile y b) Definir y sistematizar las actividades técnicas y administrativas indispensables para el manejo y conservación de los recursos fitogenéticos del país.

Cuadro 1

Usos actuales o potenciales de la flora de Chile. Una especie puede estar incluida en más de una categoría de uso.

Categoría de Uso	Especies Nativas (%)
Alimenticio	157 (13)
Forrajero	201 (16)
Principio químico	417 (34)
Medicinal	277 (22)
Forestal	45 (4)
Ornamental	36 (3)
Otros	105 (9)
TOTAL	1.238 (100)

Distintos usos de la flora del Altiplano de la I Región, Chile. Una especie puede estar en más de una categoría de Uso. Otros Usos = Adorno religioso y preparación de chuño. Fuente: Castro, Villagrán & Kalin Arroyo (1982).

mas de Mejoramiento Genéticos del tomate a nivel mundial, como fuente de genes de resistencia a estrés hídrico, térmico y enfermedades. La papa silvestre (*Solanum tuberosum*) subespecie *tuberosum* (papa chilota) a la cual se le atribuye gran parte del pool génico de las papas europeas. El *Hordeum chilensis* (cebadilla), utilizado como progenitor para obtener el Triticordeum, un nuevo e importante cereal obtenido a partir de un cruzamiento interespecífico entre *Hordeum chilensis* y *Triticum turgidum*. Finalmente, se agrega a esta lista los recientes descubrimientos realizados por investigadores ingleses en *Calceolaria andina*, conocida comúnmente como capachito de cordillera a la que se le aisló uno de los compuestos con mayor efectividad como insecticida conocido a nivel mundial. De este descubrimiento ya han derivado siete patentes industriales. A lo anterior se suma el hecho de que aproximadamente el 10% de las plantas nativas chilenas son comercializadas por viveristas y empresas de semilla en Europa y Estados Unidos, con fines ornamentales.

No se dispone de información precisa para definir el número de bioprospecciones realizadas en Chile ni se puede cuantificar con exactitud los beneficios que han reportado para los obtentores del desarrollo de productos a partir de la flora chilena. Lo que sí está claro, que estos de ninguna forma han sido retribuidos al país de origen de los materiales.

3. Ausencia de políticas en lo referente al acceso a los recursos fitogenéticos.

Actualmente, la situación jurídica sobre los recursos fitogenéticos puede considerarse clara en el ámbito internacional. Las resoluciones de la ONU, especialmente la relativa a la Soberanía Permanente sobre los Recursos Naturales, establece: el reconocimiento del derecho inalienable de todo estado a disponer libremente de sus riquezas y recursos naturales. El Convenio de Biodiversidad Biológica señala que "en reconocimiento de los derechos soberanos de los Estados sobre sus recursos naturales, la facultad de regular el acceso a los recursos genéticos incumbe a los gobiernos nacionales y está sometida a legislación nacional".

Chile carece de una política de acceso a los recursos fitogenéticos, esta se refiere

Como producto del Proyecto JICA-INIA, Chile cuenta con una red de Bancos de Germoplasma a lo largo del país.

a reglamentar el Convenio de Diversidad Biológica suscrito por el país en 1995 y publicado en el Diario Oficial el 6 de mayo del mismo año, cuyos objetivos son: a) La conservación de la diversidad biológica b) La utilización sostenible de sus componentes y c) La distribución justa y equitativa de los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos.

Actualmente y en ausencia de una normativa legal el acceso a los recursos fitogenéticos chilenos se maneja a través de la Curaduría Nacional de Recursos Genéticos, figura que otorga al INIA la responsabilidad de recepcionar las



solicitudes que se realizan desde instituciones extranjeras, y otorgar el consentimiento para la recolección de germoplasma en el país bajo un convenio entre la parte solicitante y el INIA en representación del Estado de Chile.

4. Conservación de la diversidad biológica enfocada hacia los componentes de especie y ecosistemas, atendiendo en menor medida a los recursos fitogenéticos.

Dada la importancia de la conservación de los recursos fitogenéticos es fundamental el asumir que además de la conservación de los ecosistemas es necesario asegurar la conservación de las especies en un sistema de conservación ex situ que pueden ser bancos de germoplasma, mediante técnicas de cultivo in vitro o bien a través de la criopreservación. Estos sistemas permiten asegurar la permanencia en el tiempo de los materiales y da la posibilidad de uso actual como para las generaciones futuras.

Capacidades e Infraestructura Disponibles en el INIA para la Conservación de los Recursos Fitogenéticos

Personal

INIA, cuenta con un equipo técnico estable compuesto por ocho personas, un investigador y un ayudante de investigación en cada Centro Regional de Investigación donde operan los Bancos de Germoplasma. Es importante destacar que los profesionales encargados, en su totalidad poseen estudios de postgrado a nivel de magíster y doctorado y han sido capacitados en el tema en los principales Bancos del Germoplasma del mundo. Participan en forma activa en la Red de Recursos Fitogenéticos del Cono Sur (PROCISUR) y otras redes de coordinación propiciadas por la FAO, y que ha generado una serie de vinculaciones a nivel internacional que favorecerían el adecuado accionar de un programa nacional.

Cuadro 2

Proyectos de Investigación en Ejecución con Financiamiento Externo

Proyectos	Institución responsable	Investigador responsable	Financiamiento	Información
Conservación ex situ de semillas de plantas endémicas vulnerables y en peligro de extinción de las zonas desérticas y mediterráneas de Chile.	INIA Intihuasi	Pedro León L.	Royal Botanic Gardens Kew, INIA	http://www.inia.cl/recursosgeneticos/bancobase/emillasnativas/
La conservación ex situ de especies cultivadas y nativas en Chile. (Elaboración documento técnico).	INIA La Platina	Erika Salazar S.	FIA , INIA	esalazar@platina.inia.cl
Domesticación y desarrollo de la murtila (<i>Ugni molinae Turcz</i>), una baya nativa para el sur de Chile.	INIA Carillanca	Ivette Seguel B.	FDI-CORFO, INIA PRIVADOS	www.murtillachile.cl

Infraestructura para la conservación ex situ

Como producto del Proyecto JICA-INIA, Chile cuenta con una red de Bancos de Germoplasma a lo largo del país, un banco base ubicado en Vicuña, IV Región, y tres Bancos Activos ubicados en Santiago, Chillán, y Temuco, respectivamente.

La infraestructura disponible en INIA permite preservar Recursos Fitogenéticos en forma de semilla por periodos superiores a 50 años (en el Banco Base) y 10 años (en los Bancos Activos). Según Informe Mundial sobre Recursos Genéticos de la FAO (1996), el Banco Base de Chile es uno de los tres más confiables, en términos de conservación en América Latina y el Caribe. El edificio consta de una cámara fría con capacidad para 50 mil muestras que son mantenidas a -18°C y una humedad relativa de 30%. El complejo fue diseñado tomando medidas de seguridad antisísmica y de operación.

Los Bancos Activos tienen como objetivo recolectar, evaluar, regenerar y multiplicar los recursos fitogenéticos. Cada edificio está compuesto por 8 cámaras, 7 de trabajo y 1 cámara fría con capacidad para 30 mil muestras conservadas en forma de semillas por periodos superiores a 5 años. Además, en todos los casos se dispone de un laboratorio de semillas, una sala de secado y un sector de procesamiento de materiales.

Por otra parte, INIA cuenta con laboratorios de cultivo in vitro en tres de los Centros Regionales de Investigación

Los Bancos Activos tienen como objetivo recolectar, evaluar, regenerar y multiplicar los recursos fitogenéticos.

donde operan los bancos de germoplasma. Esta infraestructura permite la conservación de materiales con requerimientos distintos a los de las semillas. Es el caso de especies de reproducción vegetativa o con semillas recalcitrantes. En los últimos años, INIA-Carillanca ha iniciado investigación preliminar para implementar técnicas de criopreservación enfocadas especialmente a la conservación de especies nativas con dificultades de conservación.

Principales actividades desarrolladas por el programa nacional de Recursos Fitogenéticos del INIA

Adquisición de germoplasma. El germoplasma de interés se puede obtener mediante colecta, intercambio o donación. En el INIA se han utilizado estos tres mecanismos. Sin embargo especial atención merecen la adquisición de especies nativas las cuales solo es posible obtener mediante actividades de colecta. Desde los inicios del Programa Nacional de Recursos Fitogenéticos del INIA se han realizado 14 expediciones de colecta financiadas por Organismos Internacionales como el PROCISUR (Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur), JICA (Agencia de Cooperación Internacional de Japón), el USDA (United States Department of Agriculture) y el Royal Botanic Garden Kew del Reino Unido. En menor número, y con financiamiento nacional, Proyectos FONDECYT y FNDR regionales, se han realizado 3 expediciones de colecta en distintas zonas del país. Mediante las colectas de germo-



Una especie nativa conocida científicamente como "dimorphopetala"

Cuadro 3

Inventario de especies nativas conservadas en los bancos de germoplasma del INIA

	Banco Base Vicuña	Banco Activo La Platina	Banco Activo Quilamapu	Banco Activo Carillanca	Total accesiones
<i>Bromus spp.</i>	514			115	629
Lirio del campo (<i>Alstroemeria spp.</i>)		27			27
Orquideas (<i>Chloraea spp.</i>)			35		35
Frutilla (<i>Fragaria chilensis</i>)	120		500	18	638
Añañuca (<i>Rhodophiala spp.</i>)		10			10
Tomate silvestre (<i>Lycopersicon chilense</i>)	703				703
Cebadilla (<i>Hordeum chilensis</i>)				141	141
Murtilla (<i>Ugni molinae</i>)				94	94
Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>)	76		11		76
Queule (<i>Gomortega keule</i>)					11
Canelo (<i>Drimys winteri</i>)	23				23
Otras*	300				300
TOTAL ACCESIONES (Muestras conservadas)	1,736	37	546	368	2,687

(*) Corresponde a los materiales colectados en el Convenio INIA KEW, en ejecución


plasma han ingresado al sistema de conservación del INIA 2.700 entradas correspondientes a 101 especies nativas.

Caracterización y evaluación. Son actividades que consisten en describir los

atributos cualitativos y cuantitativos de los materiales conservados. Permite diferenciarlos, determinar su utilidad, su variabilidad genética y localizar genes que estimulen su uso en la producción y mejoramiento de los cultivos. En el INIA se carac-

terizan las colecciones mediante evaluaciones en campo y en lo posible está se complementa con caracterización molecular mediante técnicas biotecnológicas.

Conservación. Existen variadas estrategias de conservación de recursos fitogenéticos, las cuales dependen básicamente, del tipo de germoplasma y de los objetivos de la conservación. La conservación en si no se limita a la posesión física de los materiales sino que requiere asegurar la existencia de estos en el tiempo en condiciones viables y con sus características genéticas originales. Actualmente en los bancos de germoplasma del INIA se conservan 44.066 entradas (accesiones) que corresponden principalmente a materiales útiles para el mejoramiento genético de cultivos como trigo, avena, cebada, leguminosas, forrajeras, hortalizas, frutales y especies nativas con uso actual o potencial.

Documentación. Todas las actividades hasta aquí mencionadas generan gran cantidad de información que debe ser debidamente sistematizada y documentada. Un sistema de documentación adecuado le confiere valor a una colección conservada pues su potencial uso radica en el grado de conocimiento, calidad y disponibilidad de la información que identifica y caracteriza a dicho material. 



Cuadro 4

Inventario de especies cultivadas conservadas en los bancos de germoplasma del INIA

	Banco Base Vicuña	Banco Activo La Platina	Banco Activo Quilamapu	Banco Activo Carillanca	Total accesiones
Cereales					
Trigo	29	8,000	9,333	5,285	22,647
Arroz			3,316		3,316
Avena				149	149
Cebada				231	231
Maíz	1,242	1,596	10		2,848
Leguminosas					
Arvejas	3			1,142	1,145
Porotos	524	1,220	675	161	2,580
Chicharo		25	75	1,424	1,524
Garbanzos	2			192	194
Lupinos	1			1,247	1,248
Lentejas		600	430	1,345	2,375
Habas	8	215		271	494
Hortalizas					
Ajos			90	39	129
Ají	18				
Apio	1				
Alcachofas			30	40	70
Papas	2				
Frutales *					
Tumbo	13				13
Guayaba	7				7
Forrajeras					
Forrajeras (varias)	250		243	1,662	2,155
Oleaginosas					
Soya	240				240
Total accesiones (Entradas conservadas)					41,365

(*) Sólo incluidos materiales conservados en bancos de semillas, no aquellas conservadas como material vegetal en campo.