



Resultados y Lecciones en

**Propagación
in vitro de Especies
Ornamentales**

Proyecto de Innovación en

**Regiones de Valparaíso,
Magallanes y Metropolitana**



Fundación para la Innovación Agraria
MINISTERIO DE AGRICULTURA



Resultados y Lecciones en **Propagación *in vitro* en Especies Ornamentales**



Proyecto de Innovación en
**Regiones de Valparaíso, de Magallanes
y Metropolitana**

Valorización a junio de 2010



SERIE EXPERIENCIAS DE INNOVACIÓN PARA EL EMPRENDIMIENTO AGRARIO

Agradecimientos

En la realización de este trabajo, agradecemos sinceramente la colaboración de los productores, técnicos y profesionales vinculados al proyecto, especialmente a don Eduardo Olate. Ingeniero Agrónomo, (Ph.D.), a doña Cristina Gregorczyk de Viveros Flores del Fynbos, por la información aportada, y al señor René Martorell, profesional FIA encargado del proyecto precursor.

Resultados y Lecciones en Propagación *in vitro* en Especies Ornamentales

Proyecto de Innovación en las regiones de Valparaíso, de Magallanes y Metropolitana

Serie Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA

Registro de Propiedad Intelectual N° 209.068

ISBN N° 978-956-328-109-5

ELABORACIÓN TÉCNICA DEL DOCUMENTO

Rodrigo Cruzat G. y Esteban Barrios A. - AQUAVITA Consultores

REVISIÓN DEL DOCUMENTO Y APORTES TÉCNICOS

M. Francisca Fresno R. y M. Margarita Casadio P. - Fundación para la Innovación Agraria (FIA)

EDICIÓN DE TEXTOS

Andrea Villena M.

DISEÑO GRÁFICO

Guillermo Feuerhake

IMPRESIÓN

Ograma Ltda.

Se autoriza la reproducción parcial de la información aquí contenida, siempre y cuando se cite esta publicación como fuente.

Contenidos

Sección 1. Resultados y lecciones aprendidas	5
1. Antecedentes	5
2. Base conceptual y tecnológica de la herramienta.....	7
3. Objetivo del Documento.....	12
4. Antecedentes del mercado mundial de flores	12
5. Antecedentes del mercado nacional de flores.....	12
6. Alcances y desafíos de la herramienta	24
7. Claves de viabilidad de la innovación.....	25
8. Asuntos por resolver.....	26

Sección 2. El proyecto precursor	29
1. El entorno económico y social	29
2. El proyecto.....	31
3. Resultados alcanzados.....	36
4. Los productores e investigadores del proyecto hoy.....	45

Sección 3. El valor del proyecto	47
---	----

ANEXOS	
1. Cuadros económicos y estadísticas	50
2. Literatura consultada.....	54
3 Documentación disponible y contactos.....	56



SECCIÓN 1

Resultados y lecciones aprendidas

El presente libro tiene el propósito de compartir con los actores del sector los resultados, experiencias y lecciones aprendidas sobre la reproducción *in vitro*¹ de especies ornamentales en el país, a partir del proyecto denominado “Unidad especializada de propagación *in vitro* en especies ornamentales de difícil multiplicación” financiado por la Fundación para la Innovación Agraria, FIA.

Se espera que esta información, que se ha sistematizado en este “documento de aprendizaje”² aporte a los interesados elementos en relación a la propagación *in vitro* de especies ornamentales de difícil multiplicación, identificando las claves del desarrollo y los asuntos por resolver les permitan tomar decisiones productivas y potencialmente, desarrollar iniciativas relacionadas con este tema.

► 1. Antecedentes

Los análisis y resultados que se presentan en este documento se desprenden de las experiencias y resultados de un proyecto realizado por la Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Departamento de Ciencia Vegetales y los agentes asociados: vivero Pumahuída Ltda., vivero Flores del Fynbos y vivero Flores de la Patagonia, en las regiones Metropolitana, V y XII, respectivamente. El proyecto precursor³ fue ejecutado entre octubre de 2005 y septiembre de 2009, con una duración de 48 meses.



El objetivo principal de esta iniciativa fue desarrollar nuevas metodologías de cultivo *in vitro* para especies ornamentales de alto impacto económico y complejas de propagar por mecanismos convencionales.

¹ La expresión cultivo *in vitro* de plantas, significa cultivar plantas dentro de un frasco de vidrio en un ambiente artificial.

² “Documento de aprendizaje”: documento que consigna las oportunidades y los desafíos pendientes por abordar, y/o las limitantes que quedan por superar en las opciones de negocio analizadas en los proyectos precursores, de manera que permitan orientar la toma de decisiones de otros usuarios interesados en ellas.

³ “Proyecto precursor”: proyecto de innovación a escala piloto financiado por FIA, cuyos resultados fueron evaluados a través de la metodología de valorización de resultados desarrollada por la Fundación, análisis que permite configurar la herramienta de aprendizaje que se da a conocer en el presente documento. Los antecedentes del proyecto precursor se detallan en la Sección 2 de este documento.

Como objetivos específicos, según se describe en el proyecto, se plantearon los siguientes:

- Desarrollar e implementar técnicas intensivas de cultivo *in vitro*, a nivel experimental, que permitan solucionar las dificultades de propagación a los productores de especies ornamentales de alto impacto económico. Establecer así, una plataforma base de conocimiento y transferencia tecnológica para la propagación de plantas y el desarrollo de nuevos protocolos.
- Integrar, adaptar y evaluar las etapas y metodologías no convencionales a un modelo técnico pre comercial de propagación *in vitro*.
- Transferir y difundir los resultados a todos los componentes del sector productivo y red de biotecnología nacional.

La producción de flores en Chile representa un rubro con potencial para crecer y consolidarse, pero aún tiene importantes asuntos por resolver, como se trata más adelante en este texto. Uno de sus principales problemas está relacionado con la disponibilidad suficiente de material vegetal de alta calidad genética⁴ y sanitaria, de manera que esté disponible para los agricultores en cantidad, calidad, y en la oportunidad adecuada a los requerimientos y en valores acordes con la realidad del negocio, particularmente en las primeras etapas de la introducción de nuevas especies y/o cultivares. Esto radica en que algunas especies y/o variedades demuestran una baja o nula tasa de propagación obtenida de un vivero tradicional e incluso en condiciones de cultivo *in vitro*.



Las especies y/o cultivares seleccionadas presentaban distintos grados de avance en la generación de protocolos *in vitro*, en Chile y/o el extranjero. Para casi todos los casos, como se detalla en el documento, salvo *Alstroemeria*, no había sido posible desarrollar un protocolo completo, desde la introducción al vitro hasta la aclimatación de plantas.

Teniendo como base esas especies y/o cultivares y recogiendo las experiencias disponibles en la industria, el proyecto se enfocó en desarrollar los protocolos de propagación *in vitro* en todas sus etapas y para cada una de estas especies. Se incluyó *Alstroemeria* como protocolo que permitiera tener resultados y validar la capacidad del equipo del laboratorio, de manera tal que la experiencia generada en relación a ella fuera una ayuda en el desarrollo de protocolos para las otras especies.

Los resultados del proyecto pudieron avanzar en varias de las etapas de la propagación *in vitro* para cada una de las especies, sin embargo, en ninguno de los casos se logró un protocolo acabado, con excepción de la especie *Alstroemeria*, para la cual, en trabajos posteriores a este proyecto, se pudo terminar con plantas aclimatadas. Aun así el proyecto permitió aprendizajes en la técnica de propagación *in vitro* de estas especies de difícil propagación y logró establecer una serie de procedimientos posibles de ser aplicados en otras nuevas especies o cultivares, junto con mejorar la experiencia y capacidades de un equipo técnico preparado para seguir abordando esta problemática.

⁴ Genuidad y estabilidad del material, que se refiere a que las variedades representen las características propias que las distinguen y que éstas se mantengan tras sucesivas multiplicaciones.

► 2. Base conceptual y tecnológica de la herramienta

Para poder comprender mejor la innovación de la herramienta, que es disponer de un mecanismo de rápida multiplicación de especies de alto interés comercial, a través de multiplicación *In vitro*, resulta relevante introducir algunos conceptos previos.

El recambio varietal en las flores de corte

La aparición de nuevos y más complejos programas de mejoramiento genético (Holanda, Israel, entre otros), junto con una mayor exigencia de los consumidores hacia este tipo de productos, ha provocado que la industria de las flores de corte a nivel mundial presente actualmente una obsolescencia varietal alta. Se calcula que una variedad o cultivar, dentro de una especie, tiene una vida comercial no superior a 5 años, por lo que la industria debe ser capaz de acceder a nuevos productos, como la única manera de mantener abastecida la demanda.

Las especies de flores de corte y ornamentales utilizan variadas técnicas de multiplicación. La mayor parte de ellas se realiza a través de mecanismos convencionales de propagación asexual: vía esquejes, rizomas, u otros. A pesar de que estas técnicas son viables para una gran mayoría de especies, hay plantas que desde el punto de vista técnico presentan algunas dificultades que les son comunes y que requieren ser revisadas:

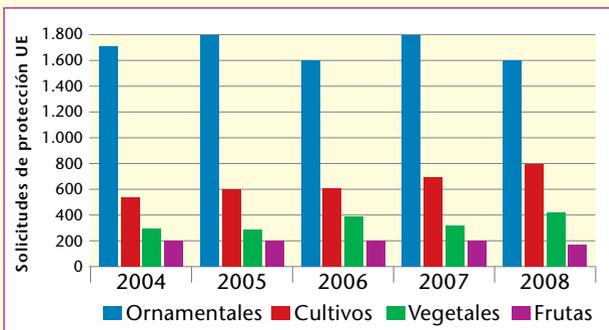
- Baja tasa de multiplicación (individuos por unidad de tiempo), lo que se traduce en una lenta velocidad para poder alcanzar volúmenes críticos de plantas, especialmente cuando al inicio de su cultivo se cuenta con escaso material para su reproducción.
- Mayor costo de propagación por unidad o por planta, generado por la baja tasa de multiplicación que, en la práctica, se traduce en mayores tiempos de vivero, lo que afecta los costos.
- El mayor costo de las plantas en estas primeras etapas de multiplicación y los bajos volúmenes disponibles dificultan el rápido acceso, por parte de los productores, a nuevos materiales. Es decir, reduce de manera importante la capacidad de renovar especies y/o cultivares, de acuerdo a los tiempos de la demanda y requerimientos.

Estos son los conceptos fundamentales que dan origen al problema-oportunidad presentado en el proyecto precursor.

En la Unión Europea, de un total de 1.635 aplicaciones para el registro de variedades (patentes vegetales), para el año 2008, un 54,2% correspondió a especies ornamentales (flores y bulbos). Por lejos, continúa siendo el grupo más importante en solicitudes de protección.

El mejoramiento genético de variedades de las especies ornamentales es, a menudo, más rápido que el mejoramiento de las variedades propagadas mediante semillas (frutales, cultivos). Esta característica, combinada con un mercado caracterizado por una rápida evolución de los gustos de los consumidores y las técnicas de cultivo es, sin duda, una de las principales razones que hace de este grupo uno de los más dinámicos en la generación de nuevos cultivares.

Fuente: Community Plant Variety Office. Annual Report 2008



La propagación convencional en las especies seleccionadas

A continuación se describe brevemente el estado actual, al margen del proyecto precursor, de la propagación de las especies seleccionadas en el proyecto.

Peonías

Las peonías son propagadas usualmente por división de la raíz tuberosa. Sin embargo, esta propagación convencional consume mucho tiempo y es muy lenta para una producción en gran escala (Bouza *et al.*, 1994; Gabryszewska, 1997).



Por otra parte, al usar técnicas de cultivo *in vitro* en peonías el principal obstáculo para la propagación exitosa ha sido la presencia de compuestos secundarios, producto de la oxidación de compuestos fenólicos provenientes de los mismos brotes. Junto a lo anterior se añade la dificultad que presentan algunos cultivares de la especie en la fase de aclimatación a condiciones *ex vitro*⁵ (última etapa del Vitro) en la que pueden presentar una pérdida desde un 30 a un 50% debido a contaminación (Albers y Kunneman, 1992) y otros problemas que no han sido resueltos (Beruto *et al.*, 2004).

Alstroemerias

Actualmente esta especie es propagada vegetativamente a través de la división de rizomas, pero presenta una baja tasa de proliferación. Obtiene sólo dos o tres individuos por año, a partir de cada planta madre, hecho que además se traduce en un alto costo en mano de obra. Adicionalmente, se requiere de una superficie importante para mantener las plantas madres (Pedersen *et al.*, 1996). El método más usado en la actualidad para la producción a gran escala de plantas de *Alstroemeria* (Chiari y Bridgen, 2000) es el cultivo *in vitro*, no obstante.



A pesar de su alto nivel de uso, requiere mejorar su tasa de multiplicación, ya que los rizomas de esta planta una vez que se han incorporado a la fase 1 o de iniciación del sistema *in vitro* (Kristiansen *et al.*, 1999), presentan un bajo nivel de división y crecimiento.

⁵ Fuera del frasco de vidrio y del medio artificial de nutrientes

Proteáceas

Algunas especies dentro del género Proteáceas presentan problemas en su multiplicación, lo que ha dificultado encontrar viveros con experticia en ellas. Esto representa una seria limitante al momento de planificar el establecimiento de un plantel comercial. Lo anterior lleva a buscar técnicas avanzadas de propagación vegetativa, que permitan incrementar el material vegetal a nivel de productores y asegurar un buen establecimiento de esta especie al inicio de la producción, lo cual sólo se puede alcanzar con plantas de buena calidad.



Por otra parte, Ferreira (2003) indica que los principales factores limitantes que interfieren en el cultivo de tejidos *in vitro* de Proteáceas, aparentemente, se relacionan con explantes⁶ que no responden positivamente al cultivo y a la aparición de compuestos fenólicos generados por el mismo material en el medio de cultivo, lo cual termina por necrosar el explante.

En el caso de las Proteáceas existen algunos ejemplos exitosos de propagación *in vitro*, tales como el género *Leucadendron* en su cultivar 'Safari Sunset', que es la variedad de mayor importancia económica a nivel mundial (Ferreira *et al.*, 2003). Según muchos autores existe un grupo importante de factores que limitan el cultivo *in vitro* de las especies y/o géneros de la familia Proteaceae, entre los que destaca la baja tasa de obtención de explantes limpios desde los cultivos de campo y la alta presencia de compuestos fenólicos. Por otra parte, en la etapa posterior del cultivo se presentan dificultades en lograr la brotación de yemas axilares en los explantes introducidos al vitro. Se suman problemas más específicos como los que ocurren en *Banksia ashbyi*, en la que se necesita coleccionar explantes en estados juveniles para obtener la producción de brotes a partir de ellos, lo que puede retrasar el desarrollo de campo de las plantas finales. Finalmente, cabe señalar que la experiencia ha mostrado que cada variedad, e incluso cada clon se comporta de manera diferente en las distintas fases del cultivo *in vitro*.

A modo de síntesis, la propagación vegetativa convencional para las especies seleccionadas tienen dificultades que deben ser abordadas y que representan importantes limitantes para el desarrollo de una industria de flores competitiva, tales como:

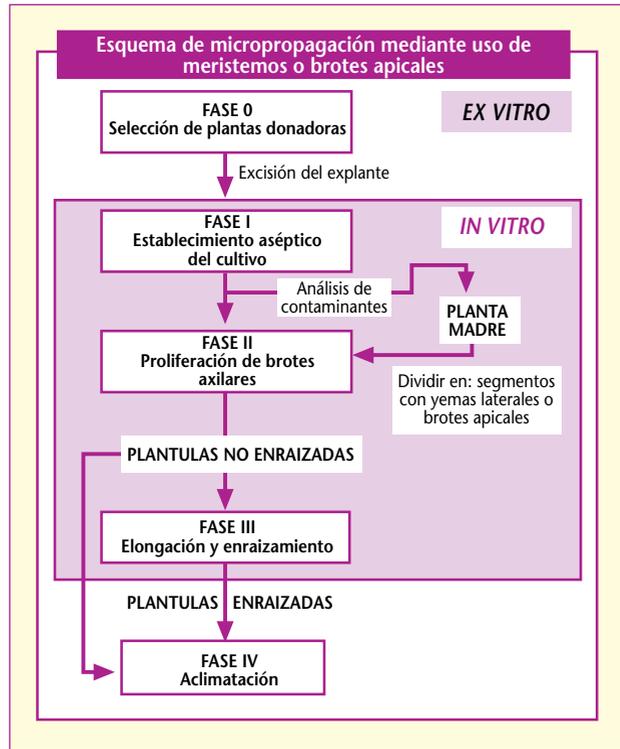
- Una baja tasa de multiplicación que retrasa los tiempos de entrega de plantas, en especial cuando se parte de poco material, lo que aumenta además el costo de las mismas.
- La oportunidad de la demanda y el entusiasmo por satisfacerla puede conducir a que la selección de material, por parte de los viveros, sea demasiado acelerada, sobre todo cuando se tiene poco. Esto puede provocar la inclusión de material de menor calidad, situación que se agrava cuando, a partir de estos materiales de menor calidad (genética y sanitaria), se continúa la propagación de nuevas generaciones.

Todo lo anterior obliga a explorar en la propagación *in vitro* una alternativa eficiente de multiplicación vegetativa de plantas, que garantice una entrega oportuna y segura de plantas de calidad con alta demanda.

⁶ Explante: tejido removido de un organismo y transferido para su crecimiento a un medio artificial de nutrientes.

La propagación *in vitro* como alternativa

La micropropagación es una técnica de multiplicación de plantas a partir de pequeñas porciones de ellas, tejidos o células, cultivadas asépticamente en un contenedor donde las condiciones de ambiente y nutrición se encuentran estrictamente controladas (Hartmann *et al.*, 1997). Insertos, dentro del cultivo de tejidos, se encuentran los procesos de organogénesis tanto de tipo directa como indirecta. Estos procesos son parte importante de los eventos involucrados, ya que definen las técnicas de cultivo *in vitro* como un proceso complejo de desarrollo de órganos y que resulta en un organismo funcional y maduro (Trigiano *et al.*, 1999). En resumen, se trata de alcanzar la obtención de individuos *ex vitro* producidos en condiciones *in vitro*, sin que ocurran variaciones en el fenotipo y/o genotipo de las plantas.



La técnica *in vitro* ha mostrado sus mayores beneficios en aquellos cultivos que son difíciles de propagar con los métodos convencionales. Dentro de esos beneficios se pueden mencionar:

- El reducido espacio que se necesita para producir un importante número de plantas a partir de un explante (unidad básica).
- Se pueden obtener plantas durante todo el año. La técnica *in vitro* permite obviar los inconvenientes derivados de condiciones agroclimáticas.
- Mantiene la identidad exacta del material propagado, pues es una forma asexual de propagación.
- La técnica *in vitro* utilizada correctamente permite limpiar y mantener limpios los materiales.⁷

Por otra parte, para la obtención de estos beneficios existen varios aspectos que deben ser considerados en el proceso :

- Es necesario realizar los ensayos y estudios correspondientes para generar protocolos específicos para cada especie y cultivar.
- No todas las especies responden de igual manera al sistema *in vitro* y, en algunos casos, no se observan respuestas de importancia.

⁷ Referido a la sanidad de los materiales (ausencia de enfermedades y organismos patógenos: virus, viroides y fitoplasmas).

- El sistema de reproducción *in vitro*, eventualmente puede prolongar la juvenilidad de plantas terminadas, lo que en algunas especies retrasaría la entrada en producción.
- Requiere de un proceso ex-vitro adicional para aclimatar y fortalecer o engordar las plantas antes de ser llevadas a campo, por lo cual los costos no son siempre inferiores a las técnicas tradicionales.
- Si bien, cada una de las fases o etapas del vitro tiene sus propios desafíos y aspectos técnicos que resolver, la experiencia general indica que las fases más críticas son introducción (contaminación de plantas) y aclimatación (incapacidad de las nuevas plantas para adaptarse a medio ex-vitro).
- Adicionalmente, en algunas especies al trabajar con material indiferenciado, pueden producirse mutagénesis⁸ espontáneas. Este tema es discutido entre los especialistas: si es un problema de la técnica, de la especie o de la variabilidad propia, acentuada por el volumen de plantas y número de repeticiones de multiplicación.



Son muchos los casos de productores de flores de corte, o incluso ornamentales, que pierden un valioso tiempo en el proceso de propagación que les permita cubrir la demanda de sus clientes, porque no hay disponibilidad inmediata en el mercado para la adquisición de especies o cultivares promisorios.

La adquisición de plantas provenientes de cultivo *in vitro*, otorgaría la posibilidad de que los agricultores accedan a un número importante de plantas capaces de lograr tamaño floral en corto tiempo. Así se ahorrarían el espacio y el tiempo para su obtención en vivero y lograrían responder de manera más rápida a la exigencia del mercado por una nueva variedad y, en especial, al mercado internacional que es el que presenta mayores cambios y exigencias.

La Herramienta

La herramienta que pretendía desarrollar el proyecto precursor y que es materia del presente documento se refiere a un protocolo de propagación *in vitro* para la rápida multiplicación de especies de interés comercial.

⁸ Mutaciones espontáneas a nivel de ADN.

► 3. Objetivo del Documento

Los resultados del proyecto precursor no han permitido contar con una experiencia tecnológica terminada disponible para los usuarios, sin embargo, además de constituir una herramienta valiosa por la información recabada, se lograron importantes avances en el desarrollo del protocolo de propagación *in vitro* para las especies escogidas y en las líneas de investigación propuesta. Esto constituye una herramienta de aprendizaje que puede ser utilizada como información base para nuevas iniciativas que busquen solucionar los asuntos que quedan por resolver.

Este documento se propone extraer y sistematizar, a partir de las experiencias y lecciones aprendidas en el proyecto, los elementos que resultan claves para acondicionar la puesta en marcha de una unidad especializada de propagación *in vitro* de especies ornamentales de difícil multiplicación.

► 4. Antecedentes del mercado mundial de flores

La producción y comercialización de flores de corte se concentra principalmente en la Unión Europea donde se registran los mayores consumos *per cápita* del mundo, con gastos promedios de US\$ 78 en Holanda y Austria y de US\$ 66 en Reino Unido y Alemania. También en Japón, con un consumo de US\$ 66 y EE.UU. con US\$ 53 *per cápita* (FIA, 2008).

El principal país productor y comercializador de flores en el mundo es Holanda, donde se ubica el mayor centro de acopio y distribución del orbe. Representa más del 60% del comercio internacional de flores cortadas y un 40% del comercio de plantas, el que mediante la organización de subastas, vende y distribuye flores provenientes desde lugares tan diversos como Sudamérica, África o algunos países europeos. Luego se envían hacia los principales centros de consumo: los miembros de la Unión Europea, Estados Unidos y Japón. Otros grandes consumidores de flores de la UE son Alemania, el Reino Unido, Austria, Suecia y Dinamarca (FIA, 2008).

A nivel sudamericano, Ecuador y Colombia han logrado posicionarse como grandes productores de flores y ambos están en los primeros lugares respecto de volumen exportado. Se han especializado en la producción de rosas, para lo cual han desarrollado las inversiones en tecnología y capital humano que les permite ofrecer un producto de alta calidad y de bajo precio, el cual se comercializa principalmente en Estados Unidos (FIA, 2008).

► 5. Antecedentes del mercado nacional de flores

Para comprender la relevancia que posee la aplicación de nuevas tecnologías a la producción de flores en Chile y, en particular, cómo se afectaría la producción inicial de plantas incorporando la tecnología de cultivo *in vitro* a la cadena productiva, se señalarán las principales características de mercado del rubro y, en especial, de las especies escogidas.

5.1 Superficie

De acuerdo a la información comparada entre los dos últimos censos agropecuarios de Chile (1997 y 2007), la superficie nacional de flores ha crecido un 51% en los últimos 10 años, pasando de 1.473 ha. a 2.224 hectáreas, como se aprecia en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Evolución de la superficie nacional plantadas con flores. Valores en hectáreas

Censo 1997				
Especie	Aire libre	Invernadero	Total (ha.)	Participa.
Crisantemo	219,2	37,2	256,4	17,40%
Lilium	15,8	11,6	27,4	1,86%
Clavel	200,9	159	359,9	24,43%
Alhelí	214,5	0,9	215,4	14,62%
Gladiolo	144	7,9	151,9	10,31%
Reina Luisa	86,1	1,2	87,3	5,93%
Ilusión	74,4	0,6	75	5,09%
Alstroemeria	0,3	3,5	3,8	0,26%
Estátice	13,7	0,2	13,9	0,94%
Rosa	41,1	19	60,1	4,08%
Siempreviva	22,4	0	22,4	1,52%
Dalis	22,1	0	22,1	1,50%
Lisianthus	7,5	1,1	8,6	0,58%
Fresia	3	0,8	3,8	0,26%
Tulipán	7,6	1,7	9,3	0,63%
Pensamientos	0,7	0,9	1,6	0,11%
Peonía	0,6	0	0,6	0,04%
Otras	139,5	14,3	153,8	10,44%
TOTAL	1.213,4	259,9	1.473,3	100,00%
Censo 2007				
Especie	Aire libre	Invernadero	Total (ha.)	Participa.
Crisantemo	272,46	42,2	314,66	14,15%
Lilium	171,27	31,4	202,67	9,11%
Clavel	51,5	127,98	179,48	8,07%
Alhelí	115,6	0	115,6	5,20%
Gladiolo	62,45	4,2	66,65	3,00%
Reina Luisa	62,6	0,02	62,62	2,82%
Ilusión	54,08	0,02	54,1	2,43%
Alstroemeria	2,76	37,9	40,66	1,83%
Estátice	29,94	0,1	30,04	1,35%
Rosa	14,52	11,2	25,72	1,16%
Siempreviva	13,8	0,06	13,86	0,62%
Dalis	7,3	0,01	7,31	0,33%
Lisianthus	0,59	3,4	3,99	0,18%
Fresia	0,75	0	0,75	0,03%
Tulipán	0,71	0,03	0,74	0,03%
Pensamientos	0,7	0	0,7	0,03%
Peonía	29,39	0	29,39	1,32%
Otras	960,7	114,4	1075,1	48,34%
TOTAL	1.851,1	372,9	2.224,0	100,00%

Fuente: INE, Censo Agropecuario 1997, 2007.

El mayor crecimiento en términos relativos está dado por Peonías, Alstroemeria y Lilium. Sin embargo, estas cifras deben ser analizadas con discreción, pues los códigos de clasificación de las especies y cultivares no está actualizado a la dinámica de las nuevas ofertas varietales. Esto redonda

en que el ítem Otras del Censo represente casi la mitad de la superficie plantada y significa que un número importante de especies novedosas, como las Proteas y sus géneros comerciales más relevantes, no figuren con detalle.

A pesar de lo alto que pueden parecer los incrementos porcentuales globales y particulares, la superficie total destinada al cultivo de este rubro es discreta, si se compara las casi 230 mil hectáreas de frutales plantadas en Chile⁹ (sin incluir vides viníferas) y las casi 1 millón de hectáreas destinadas a flores y ornamentales en el mundo (Ver cuadro adjunto de la superficie mundial de flores de corte).

De acuerdo al estudio realizado por AIPH / Union Fleurs, en el año 2009, la superficie mundial de flores de corte y ornamentales alcanza un poco más de 1 millón de hectáreas. Centro y Sur América, junto con Asia Pacífico, son los responsables del 92% de la producción mundial.

Zona geográfica	Superficie (ha)	Participación (%)
Europa	55.813	5,34
Medio Oriente	3.973	0,38
África	6.201	0,59
Asia / Pacífico	411.990	39,43
Norte América	20.333	1,95
Centro y Sur América	548.540	52,31
TOTAL	1.044.850	100,00

A nivel de países individuales, los mayores productores son China, India, EE.UU, Japón y México.

En cuanto al valor de la producción, los principales países son: Holanda, EE.UU., China y Japón. También destacan Israel y Colombia. Esto resulta de una combinación entre volumen y tipo de especie de cultivo (valor de la especie).

Fuente: International Statistics Flowers and Plants 2009. AIPH/Union Fleurs (<http://www.aiph.org>)

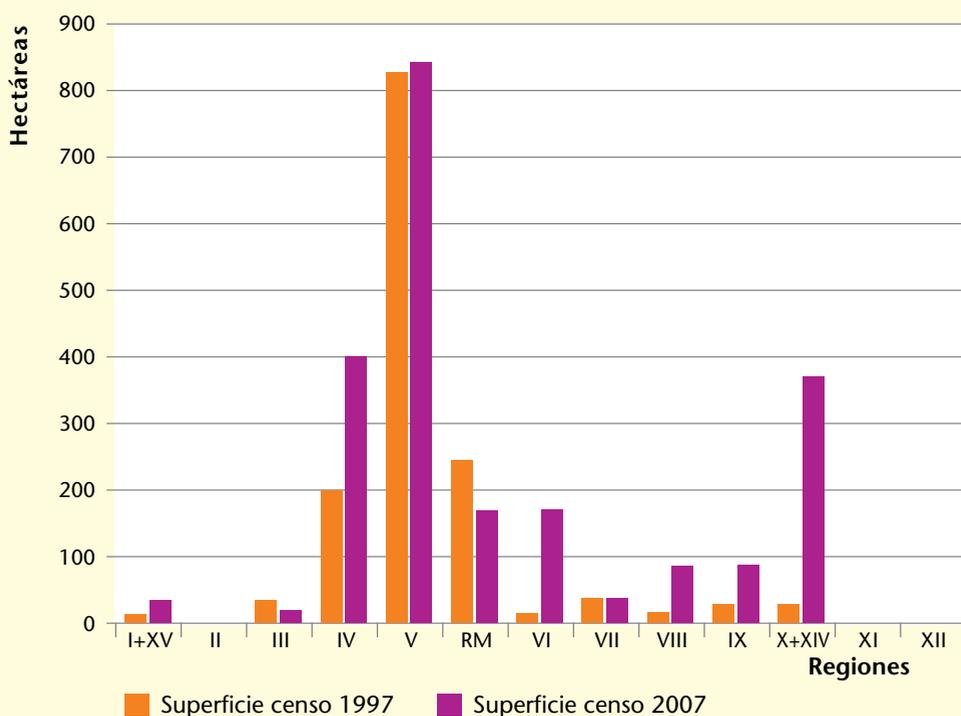
Siguiendo la información disponible del Censo, la superficie de flores presenta una fuerte concentración en pocas especies: Crisantemo (314,7 ha.), Liliun (202,7 ha.), Clavel (179,5 ha.) y Alhelí (115,6 ha.). En cuanto a las especies seleccionadas en el proyecto precursor, Alstroemeria presenta una superficie estimada de 40,66 ha., Peonías casi 30 ha., mientras no se detallan valores para Proteas. Sin embargo, a través de información recogida de la industria y especialistas,¹⁰ se calcula que la superficie de esta especie y, en particular del género Leucadendron, alcanzaría en la actualidad en torno a las 25 hectáreas.

La distribución regional de flores en Chile refleja que la mayor superficie corresponde a la V región con 842 ha. (37,9%), seguida de la IV región con 401 ha. (18%) y las regiones X y XIV con 368 ha. (16,6%) conjuntas, como se observa en el Gráfico 1.

⁹ Aquavita Consultores, en base a datos del Censo 2007, corregidos con la industria.

¹⁰ Matias Avendaño, empresa NOVAZEL; Rene Martorell, Especialista de FIA; Marcela Samarotto, Asesora.

GRÁFICO 1. Comparación de la superficie nacional plantadas con flores (Censos 1997-2007) según región. Valores en hectáreas



Fuente: ODEPA, 2010.

Destino de la Producción

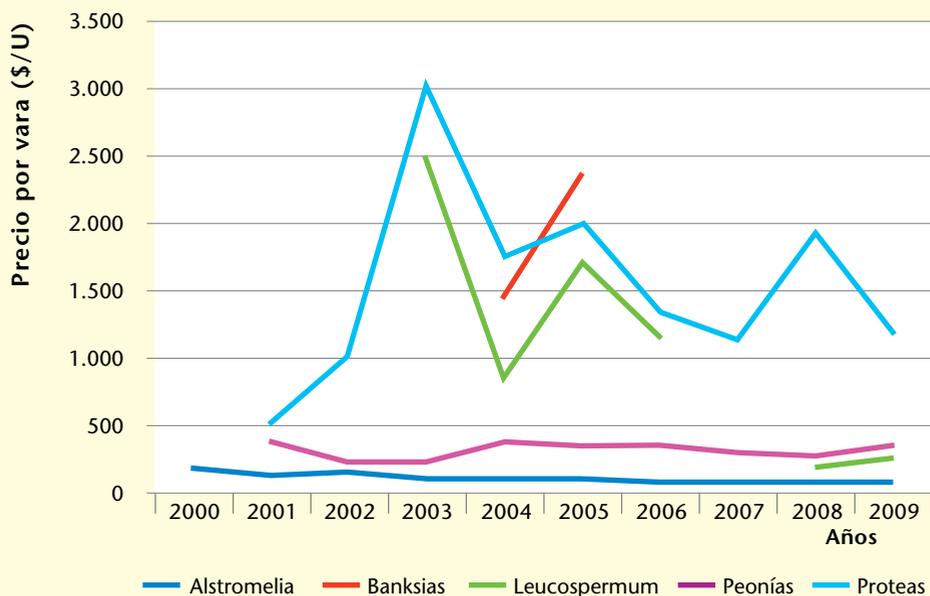
Como se ha señalado en varios artículos, estudios y análisis referentes al segmento de las flores en Chile, esta industria carece de información detallada y actualizada respecto de la producción y la venta en términos de volumen. No obstante, a partir de la información generada por el Censo 2007, ODEPA y otros estudios sectoriales,¹¹ es posible inferir que la mayor parte de la superficie nacional y de la producción se destinan al mercado interno. De hecho, se calcula que más del 80% de la producción nacional de flores se transa en un único punto de ventas: el Terminal Mayorista de Flores de Santiago.

Las principales especies en términos de superficie en Chile son: Crisantemo, Clavel, Alhelí, Gladiolo, Reina Luisa y Rosa y están orientadas fundamentalmente al mercado nacional. Ellas pertenecen a lo que se ha denominado "flores de corte tradicional". A diferencia, las exportaciones están representadas por especies como Calas, Liliium, Peonías, Proteas y Alstroemerias.

A pesar del crecimiento natural que puede tener el mercado interno en el consumo de flores de corte, el incremento experimentado por el sector en los últimos 10 años obedece más bien a las otras especies, cuyo principal destino son las exportaciones. Analizando las estadísticas de precios a mayoristas, del período comprendido entre los años 2000 y 2009, se desprende que en general para las especies descritas, ellos son muy fluctuantes y con tendencia a la baja, como se observa en el Gráfico 2.

¹¹ Ver Literatura consultada.

GRÁFICO 2. Evolución anual de los precios de flores en el mercado nacional, Terminal Santiago
Valores en pesos por vara, mercado mayorista



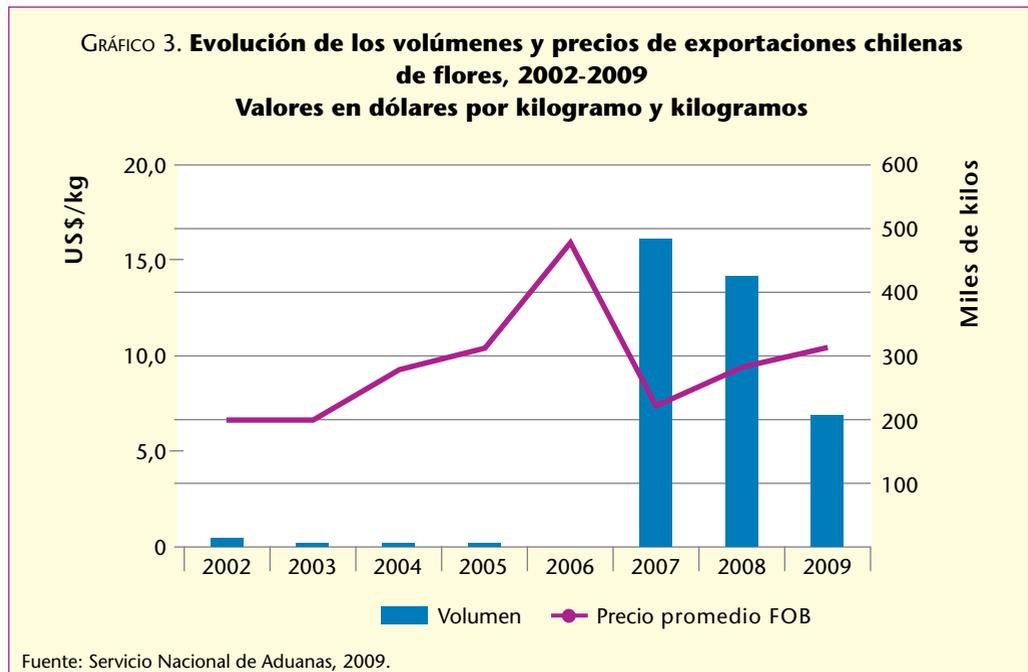
Fuente: ODEPA, 2010.

Los precios de venta mayorista en el período son muy variables entre especies y en algunos casos tras temporada. En promedio, se calculan en 85 \$/vara para Alstroemerias, 2.118 \$/vara para Banksias, 288 \$/vara para Peonías y 1.809 \$/vara para Proteas, valores expresados en \$/vara (Detalles en anexo).

Se observa que la especie que obtienen mejores precios son las Proteáceas: Banksias y Proteas.

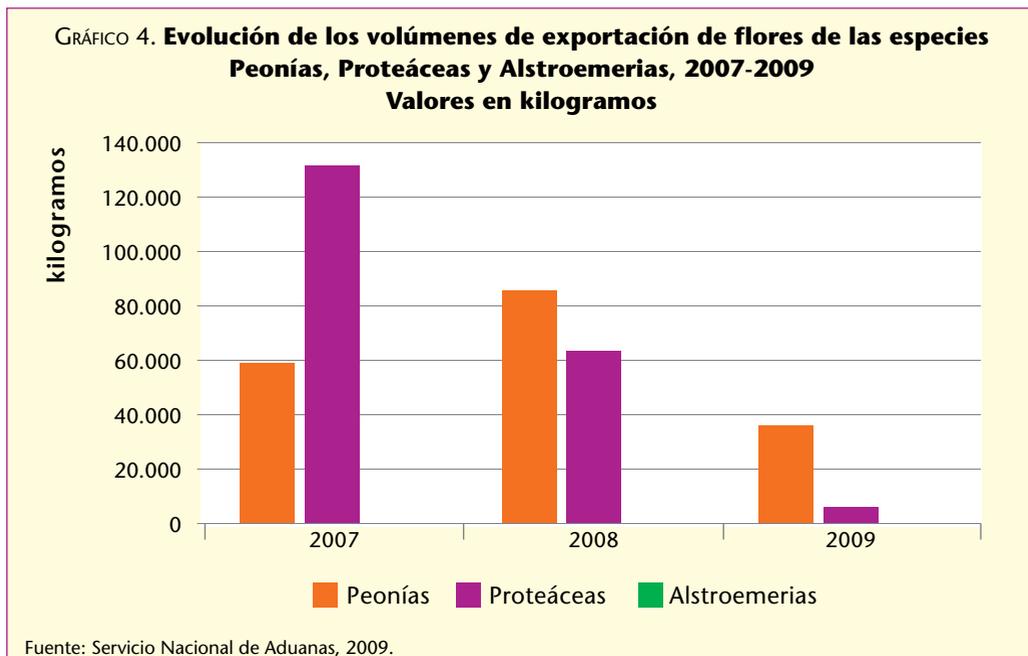
Exportaciones

La evolución de las exportaciones chilenas de flores frescas se mantuvo relativamente constante durante los años 2002 y 2006, entre las 4 y 10 toneladas. En el 2007 los volúmenes de exportación se incrementaron dramáticamente superando las 480 toneladas y desde entonces se observa una disminución de ellos, alcanzando hasta noviembre de 2009 las 207 toneladas. (Detalles en anexo). Entre las razones que podrían explicar la disminución de las exportaciones, se puede citar el efecto de la depreciación cambiaria, que genera estímulos para desviar la producción hacia el mercado interno y, por otra parte, el atractivo que presenta la exportación de bulbos, un producto menos perecedero que las flores frescas y con buenos precios. La floricultura es una actividad competitiva afectada, de manera significativa, por los costos del transporte aéreo y en muchos casos por la dificultad para acceder a éste, por el alza del petróleo y por el consumo interno *per cápita* de flores en expansión, (ODEPA, 2009).



Los precios promedio FOB de exportación de flores chilenas, entre 2002 y 2009, han oscilado entre los 6,7 y 10,4 US\$/Kg. promediando para el período los 9 dólares por kilo. (Detalles en anexos)

En el Gráfico 4 se observan los volúmenes exportados de las tres especies escogidas en el estudio que origina este documento, donde se puede ver que Peonías y Proteáceas son las de mayor importancia y que éstas han sido muy irregulares en el tiempo. Lo anterior, como ya se mencionó, tiene una causal en el aumento de la demanda interna y en la apreciación cambiaria.



En el Cuadro 2 se observa la evolución de los precios promedio anuales FOB de exportación de Peonías, Proteáceas y Alstroemerias, donde las primeras han alcanzado mayores precios, promediando para el período analizado los 10,69 US\$/Kg.

Los principales destinos de exportación de estas especies son EE.UU, Holanda y Japón:

- Peonías concentra sus exportaciones principalmente en EE.UU, (74%), Holanda (18%), Japón (6,5%) y en Alemania (1,5%),
- Proteáceas concentra sus ventas en Holanda (65%), Japón (15,5%) y en EE.UU. (14,5%), y
- Alstroemeria con casi el 100% de sus exportaciones hacia Holanda. (Servicio Nacional de Aduanas, 2010)

CUADRO 2. Evolución de los precios promedio anuales de exportación FOB de flores de las especies Peonías, Proteáceas y Alstroemerias, 2007-2009 (US\$/kg)

Precio US\$/kg.	2007	2008	2009	Promedio
Peonías	11,24	10,72	10,12	10,69
Proteaceas	2,62	3,75	3,15	3,17
Alstroemerias	2,31	3,47	-	2,89

Fuente: Servicio Nacional de Aduanas, 2009.

Las Peonías obtienen precios significativamente más altos, en cambio Proteáceas y Alstroemerias alcanzan los menores, promediando respectivamente los 3,17 y 2,89 US\$/Kg.

La importancia y el negocio de las especies del proyecto

El rubro de las flores de corte en Chile ha tenido desarrollo acotado, a pesar del crecimiento de más de 50% de la superficie cultivada en los últimos 10 años, si se le compara con otros sectores agrícolas. Por ejemplo, la fruticultura, en la última década, ha duplicado la superficie de cultivo superando las 230 mil hectáreas y duplicando también el valor de sus exportaciones.

Las razones que explicarían este relativo desarrollo lento, tal como ha sido sugerido por numerosos expertos, estarían orientadas a varios factores, entre los cabe indicar:

- El mercado de la floricultura, en general, es dinámico. Está en constante movimiento y los consumidores cambian sus patrones de consumo, por lo tanto, la obsolescencia varietal es muy rápida, lo que enfrenta a los productores nacionales a un importante problema, como la falta de oferta de plantas de nuevos géneros, especies o cultivares. Esto se origina en la dificultad para obtener material vegetal de alta calidad genética, sanitaria y en las cantidades y tiempos requeridos. Y se complica aún más cuando las especies producidas presentan problemas en su multiplicación tradicional, debido a la baja o nula tasa de propagación que se obtiene en vivero y también, a que en condiciones de cultivo *in vitro* convencional presentan numerosas complejidades y/o requieren largos tiempos de obtención.
- Escasez de canales de comercialización disponibles para los productores. La mayoría de los productores tienen dificultades para vender su producción a nivel interno, debido a que los canales de comercialización en este rubro son poco organizados y poco eficientes. Por esto, acuden al principal centro de comercialización de flores del país: el Terminal Mayorista de Flores de Santiago, el cual concentra más del 80% del total de las ventas. Desde hace muy poco se están desarrollando mercados alternativos, como las cadenas de supermercados y el comercio de flores a través de internet.

- La demanda interna sigue siendo baja. Las flores son un bien suntuario, de lujo, prescindible y, por lo tanto, su consumo va en directa relación con el poder adquisitivo de la población. Se estima que en la medida aumente el ingreso *per cápita* de la población, el consumo de flores también lo hará.
- A nivel de mercados de exportación, las dificultades anteriores se intensifican. La demanda por productos nuevos es constante y muy dinámica, los canales de comercialización son aún más escasos, por lo que los productores deben hacer contratos anticipados con los poderes de compra, de manera de armar volúmenes y programar adecuadamente su producción.
- El alto costo de la inversión (Cuadros 4 y 8) es ciertamente un tema importante en este rubro y el capital operacional tampoco puede ser considerado como bajo.
- Un problema adicional, pero que debe ser considerado, es la falta de asesores expertos en producción y particularmente en los nuevos géneros o especies que se introducen. Si bien hay especialistas del rubro, ellos están, por lo general, asociados de manera exclusiva a las compañías comercializadoras.

Chile posee condiciones climáticas y fitosanitarias favorables para la producción de flores de corte y plantas ornamentales, lo que junto con la capacidad logística nacional hacen pensar que el desarrollo de este rubro debiera mejorar y perfeccionarse. Pero son varios los temas que se deben resolver.

Teniendo como escenario el panorama descrito, se cree que la floricultura de exportación en Chile debiera seguir siendo una alternativa, pero requiere de importantes esfuerzos a nivel comercial y productivo que le permitan dar un salto efectivo. Chile deberá mejorar aspectos productivos y comerciales, dado que compite con países con una larga tradición en este rubro, que manejan altos niveles tecnológicos en todo el proceso productivo y están más cerca de los mercados de destino. Lo anterior implica que nuestro país debe mejorar las condiciones de producción, cosecha y postcosecha, de modo de mejorar la calidad, variedad y volumen, sin dejar de atender aspectos logísticos y de organización de los productores, para así poder permanecer y penetrar en nuevos mercados mucho más exigentes que el mercado nacional.

Dentro de este desarrollo, las especies seleccionadas han mostrado diferentes comportamientos, según se describe para cada una a continuación:

- Peonía: de las tres, es la que mayor crecimiento relativo ha mostrado, pasando de 0,6 a cerca de 30 ha (1997-2007). El valor de las exportaciones de esta especie el año 2009 alcanzó los 356.191 dólares y la rentabilidad (que se describe más adelante en este documento) alcanza cerca de \$ 32 millones, con una inversión cercana a los \$ 59 millones (Ver Cuadro 5).
- Proteas: se estima que posee en la actualidad cerca de 25 ha. Su valor de las exportaciones, en el año 2009 alcanzó cerca de 21 mil dólares. La rentabilidad descrita para este cultivo llega a cerca de \$ 31 millones, con una inversión de más de \$ 26 millones (Ver Cuadros 8 y 9).
- Alstroemerias han tenido un crecimiento desde 3,8 a más de 40 ha. y se transa, casi en su totalidad, en el mercado interno.

Cabe recordar en esta sección que el proyecto precursor buscaba generar una herramienta de rápida multiplicación de especies de interés comercial, por lo cual se seleccionaron las tres especies señaladas en base a tres criterios: (a) dificultad de propagación tradicional, (b) potencial económico de desarrollo, y (c) adaptabilidad de la especie al cultivo *in vitro*, en la que la Alstroemeria ha mostrado relativa facilidad a esta técnica de multiplicación.

Acercamiento a la valorización de la innovación

Para efectos prácticos y representativos de los resultados del proyecto, uno de los aspectos relevantes para el mercado de los viveros, plantas ornamentales y flores de corte, es el valor de la planta que se va establecer. En base a esto, se ha definido como objetivo del cálculo económico determinar cuál es el valor máximo, por planta, que el modelo es capaz de financiar, sin afectar su viabilidad.

En este caso, la valorización no se centra en el supuesto de abaratar los costos que se van a establecer de la plantas, sino que permitirles a los productores nacionales responder de manera oportuna a las tendencias del mercado, con las especies y variedades demandadas.

A continuación, la valoración que se realiza grafica la situación actual del negocio de flores y estima la sensibilidad del modelo, manteniendo constante el resto de las variables. El aumento de precio de la planta que se va a establecer, considera que el proceso de propagación *in vitro* agrega un costo a la planta.

A continuación se analiza el escenario actual de producción de flores, tomando como ejemplo dos de las especies utilizadas en el proyecto: Peonía y Protea y asumiendo una estructura de costos representativa del cultivo. Con estos ejemplos se cumple el objetivo de mostrar que la propagación *in vitro* agrega un costo y se muestra cuál es el precio máximo que sigue siendo sustentable en el modelo, mediante la sensibilización. No se consideró Alstroemeria, porque se cuenta con menos datos y antecedentes para ella.

Peonías

Un huerto de Peonías obtiene una producción de 120.000 tallos/ha, en régimen, al quinto año, tal como se aprecia en el Cuadro 3. Se considera una densidad de 15.000 plantas por hectárea.

CUADRO 3. **Producción de un huerto de Peonías. Valores en tallos por hectárea**

Peonías	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5-10
N plantas	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
Rendimiento (tallos/pl)			3	5	8
Producción (tallos /ha)	0	0	45.000	75.000	120.000

Fuente: FIA, Resultados y Lecciones en Peonías, 2008

Las inversiones que se requieren para una hectárea de cultivo de Peonía superan los \$ 59 millones, como se observa en el Cuadro 4.

CUADRO 4. **Inversiones requeridas para un huerto de Peonías (pesos por hectárea)**

Inversiones	\$/ha
Sistema de riego, pozo y abducciones	3.000.000
Mesón Embalaje	50.000
Sombreadero	80.000
Baldes	25.000
Plantación	
Plantas	27.825.000
S.A.G. aduana y aeropuerto	156.000
Camara frio e infraestructura embalaje	8.540.000
Sectorizacion y cortaviento	1.750.000
Plantación	5.467.418
Preparación de suelo	
Subsolado	100.000
Aradura	80.000
Rastraje	80.000
Confeccion camellones	160.000
Capital de trabajo	11.958.000
Total inversiones	59.271.418

Fuente: FIA, Resultados y Lecciones en Peonías, 2008.

En el cuadro anterior se observa que de los costos de inversión, más del 46% corresponden a la compra de las plantas que se van a establecer en el huerto, dando cuenta de la importancia de este costo en la estructura financiera de este modelo productivo. El ítem capital de trabajo considera la inversión requerida para cubrir los costos operacionales del primer año (costos de insumos y mano de obra, principalmente).

Un cultivo de Peonías, en las condiciones descritas, con un precio por planta de 1.855 \$/pl. (FIA, 2008); con valores de venta para el mercado interno y de exportación de 288 y 530 pesos por vara, respectivamente; con un horizonte productivo de 10 años y con una tasa de descuento del 12%, obtiene los indicadores de rentabilidad que se observan en el cuadro 5. (Detalles en anexos).

CUADRO 5. Indicadores financieros y rentabilidad de un huerto de Peonías (pesos por hectárea)

Van 12%	\$ 32.595.359
TIR	17,61%
Margen Bruto	\$ 41.378.400

Fuente: Elaborado por los autores.

Al sensibilizar el precio de las plantas que se va a establecer, de manera tal de determinar cuál es el valor máximo por planta que el modelo es capaz de financiar, sin ver afectada su viabilidad, se obtiene lo que se observa en el Cuadro 6.

CUADRO 6. Resultado de la sensibilización de los precios de las plantas a establecer. Valores en pesos por hectárea y porcentajes

PEONIA

Precio planta	VAN	TIR
1.855	32.595.359	17,6%
2.000	30.420.359	17,2%
2.500	22.920.359	15,7%
3.000	15.420.359	14,4%
4.000	420.359	12,1%

Fuente: Elaborado por los autores.

En el caso de que la propagación *in vitro* y el posterior período de engorde significara un aumento en los costos de las plantas, se observa que el modelo de producción de Peonías es sensible al cambio de precio. Sin embargo, sigue siendo sostenible económicamente.



Proteas

Un huerto de Proteas obtiene una producción de 70.000 tallos/ha. en régimen, al quinto año, tal como se aprecia en el Cuadro 7. Se considera una densidad de 3.500 plantas por hectárea.

CUADRO 7. Producción de un huerto de Proteas. Valores en tallos por hectárea

Producción y rendimiento	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5-10
N plantas	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
Rendimiento (tallos/pl)	0	0	2	4	20
Producción (tallos /ha)	0	0	7.000	14.000	70.000

Fuente: Cristina Gregorczyk, vivero Flores del Fynbos, 2010.

Las inversiones que se requieren para una hectárea de cultivo de proteas superan los \$ 26 millones, como se observa en el Cuadro 8.

CUADRO 8. Inversiones requeridas para un huerto de Proteas (pesos por hectárea)

Inversiones	\$/ha
Sistema de riego, pozo y abducciones	3.000.000
Mesón Embalaje	50.000
Sombreadero	80.000
Baldes	25.000
Plantación	
Plantas	8.750.000
S.A.G.	16.875
Aduana	86.000
Aeropuerto	50.000
Plantación	5.467.418
Preparación de suelo	
Subsolado	80.000
Aradura	80.000
Rastraje	80.000
Confeccion camellones	160.000
Capital de trabajo	8.456.400
Total inversiones	26.381.693

Fuente: FIA Resultados y Lecciones en Proteáceas, 2007, y Cristina Gregorczyk, vivero Flores del Fynbos, 2010.

En este caso, se observa que de los costos de inversión más del 17% corresponde a la compra de las plantas que se van establecer en el huerto. Si bien este porcentaje es menor que en el caso de Peonías, continúa siendo un costo importancia en la estructura financiera de este modelo productivo.

Un cultivo de Proteáceas, en las condiciones descritas, con un precio por planta de 1.071 \$/pl. (FIA, 2007), con precios de venta para mercado interno y exportación de 600 y 800 pesos por vara respectivamente, un horizonte productivo de 10 años y con una tasa de descuento del 12%, obtiene los indicadores de rentabilidad que se observan en el cuadro 9. (Detalles en anexos).

CUADRO 9. Indicadores financieros y rentabilidad de un huerto de Proteas (pesos por hectárea)

Van 12%	\$ 31.831.544
TIR	21,17%
Margen Bruto	\$ 31.565.600

Fuente: Elaborado por los autores.

Al sensibilizar el precio de las plantas que se va a establecer, de manera tal de determinar cuál es el valor máximo por planta que el modelo es capaz de financiar sin ver afectada su viabilidad, se obtiene lo que se observa en el Cuadro 10.

CUADRO 10. **Resultado de la sensibilización de los precios a establecer de las plantas. Valores en pesos por hectárea y porcentajes**

PROTEAS		
Precio planta	VAN	TIR
1.071	31.831.544	21,2%
2.000	28.580.044	19,9%
3.000	25.080.044	18,6%
3.500	23.330.044	18,0%
5.000	18.080.044	16,4%

Fuente: Elaborado por los autores.

En el caso de que la propagación *in vitro* y la posterior “engorda” significara un aumento en los costos de las plantas a establecer, se observa que el modelo de producción de Proteas es sensible al cambio de precio. Sin embargo, sigue siendo sostenible económicamente.

► 6. Alcances y desafíos de la herramienta

Los alcances de la herramienta

Mientras duró el proyecto FIA, los resultados de este esfuerzo no alcanzaron a constituirse en una herramienta terminada, capaz de completar todas las fases de multiplicación y aclimatación para ninguna de las especies estudiadas. Posteriormente al financiamiento FIA, el equipo de investigadores ha seguido adelante con el establecimiento de protocolos para cada una de las especies. Al momento de desarrollar este documento, el equipo de trabajo contaba con un protocolo que posibilita la multiplicación y aclimatación de plantas de *Alstroemeria*.

Los desafíos de la herramienta

La herramienta *per se* y el estado de avance del equipo de investigación tiene aún importantes desafíos que sortear. Se presentan a continuación algunos de los más significativos:

- **Disponer de un protocolo completo.** Una de las etapas más complejas de la propagación *in vitro* es la aclimatación, que corresponde a sacar las plántulas desde las condiciones ideales que se les presenta en el cultivo, para intentar recuperar su capacidad autótrofa¹² en condiciones medio ambientales lo más cercanas a las finales. Existen numerosas experiencias a nivel mundial en estas especies y otras tantas, en que se han desarrollado protocolos que funcionan solo hasta esta etapa, pero que no logran llegar a terreno. Con esto se quiere plantear que el establecimiento de protocolos debe ser completo, desde la introducción al vitro (Fase I) hasta la aclimatación de plantas (Fase IV) y no puede, por lo tanto, considerarse terminado ningún proceso que no conlleve tener plantas funcionales en las condiciones de cultivo finales (aire libre).
- **Establecer protocolo de propagación para otras especies.** El proyecto y la herramienta en sí mismas, se plantearon establecer las bases técnicas y humanas para disponer de una

¹² Capacidad de la planta de sintetizar las sustancias esenciales para su metabolismo.



plataforma de trabajo en la multiplicación de especies ornamentales de difícil propagación. Para avanzar en este aprendizaje, se definieron tres especies principales. Con todo, la sustentabilidad de la herramienta, desde el punto de vista de su aplicabilidad como también desde una perspectiva económica, debe expandir su capacidad a otras especies y cultivares. En este sentido, la experiencia anterior con determinadas especies, se constituye en un avance, pero no garantiza el éxito para cada especie. Se debe considerar cada uno como un nuevo desafío, pues los requerimientos son diferenciados para cada una de ellas

► 7. Claves de la viabilidad de la innovación

- **Mantener una dinámica continua de generación de nuevos protocolos.** Como se mencionó con anterioridad, el dinamismo del mercado de flores ornamentales, en términos de la constante demanda por nuevas especies y cultivares, obliga a la búsqueda continua de nuevos protocolos de producción *in vitro*, de manera de responder rápidamente a las nuevas tendencias en este mercado.
- **Disponer de protocolos terminados para especies de interés comercial.** El mencionado dinamismo del mercado y los continuos requerimientos por nuevas especies y variedades, obligan a la industria a disponer de protocolos terminados con anterioridad a la “coyuntura” de la demanda, de manera tal de responder en los tiempos y volúmenes solicitados. La

experiencia del proyecto precursor no fue suficiente para determinar los tiempos requeridos, los que dependen de cada especie-variedad y protocolo.

- **Hacer un seguimiento a la respuesta agronómica de los materiales propagados (juvenilidad)** Una vez finalizada con éxito la etapa de aclimatación, se debe realizar un seguimiento en condiciones de campo de las plantas, de manera de verificar que no existe una prolongación de la etapa de juvenilidad que ha sido inducida en la planta, permitiendo, si fuese necesario, ir ajustando los procesos de reproducción *in vitro*.
- **Estructura de costos del proceso.** La generación de un nuevo protocolo posee una estructura de costos diferente para cada fase de multiplicación *in vitro*, siendo muy específica para cada especie y en algunos casos también a nivel de cultivar, por tanto, debe ser considerado al momento de asumir un compromiso de este tipo con los clientes.

▶ 8. Asuntos por resolver

En esta sección se tratan los asuntos por resolver que se levantan a propósito del proyecto precursor financiado por FIA, presentándolos en forma específica para cada una de las especies.

Alstroemeria

- Aumentar las tasas de crecimiento multiplicación y proliferación.
- Creación de protocolo de control de vitrificación.
- Establecimiento de planta *ex vitro* y aclimatación.

Peonías

- Aumento de las tasas de crecimiento multiplicación y proliferación de explantes.
- Formación raíces tuberosas y adventicias.
- Establecimiento de plantas *ex vitro* y aclimatación.

Proteáceas

- Formación de raíces adventicias.
- Establecimiento de plantas *ex vitro* y aclimatación.
- **Tasa de multiplicación.** Una vez establecido el protocolo de propagación *in vitro* en cada una de sus etapas, es necesario definir la tasa de multiplicación de cada una de las especies que se quiera propagar, de manera tal que se cuente con la certeza de la genuidad varietal del material propagado.
- **Mantener una dinámica continua de generación de nuevos protocolos.** Se deben hacer los esfuerzos necesarios por mantener una dinámica constante de búsqueda de nuevos protocolos de reproducción *in vitro* que permitan responder a los requerimientos del mercado de nuevas especies y variedades ornamentales, en los tiempos y volúmenes requeridos.
- **Disponer de protocolos terminados para especies de interés comercial.** La demanda continua por nuevas variedades y especies obliga a la industria a disponer con anterioridad de los protocolos de propagación para éstas.



- **Hacer un seguimiento a la respuesta agronómica de los materiales propagados (juvenilidad).** Una vez finalizada con éxito la etapa de aclimatación, se debe realizar un seguimiento de las plantas, en condiciones de campo, de manera tal de verificar que no existe una prolongación de la etapa de juvenilidad que ha sido inducida en la planta. Si fuese necesario, hay que permitir ir ajustando los procesos de reproducción *in vitro*.
- **Definir la estructura de costos del proceso.** La generación de un nuevo protocolo posee una estructura de costos diferente para cada fase de multiplicación *in vitro*, siendo muy específica para cada especie y en algunos casos también a nivel de cultivar.

SECCIÓN 2

El proyecto precursor

► 1. El entorno económico y social

La producción de cultivos ornamentales en Chile, tanto en los rubros de las flores de corte como en los viveros de plantas para parques y jardines, se presenta como alternativa para varias situaciones agroecológicas del país. Sin embargo, estos rubros presentan ciertas restricciones en el ámbito productivo, lo que condiciona actualmente el desarrollo de los mismos. Estas restricciones se concentran principalmente en el insuficiente conocimiento del manejo de los cultivos, deficiencias en la disponibilidad de información tecnológica, carencia de capacitación y transferencia técnica especializada y a la falta en investigación específica en ciertas materias (FIA, 2000). Además de estas dificultades a nivel de productor, los cultivos ornamentales carecen de tecnologías avanzadas como parte de la cadena de producción, debido a los altos costos que esto implica y que no pueden ser abordados por un solo agricultor. Por lo tanto, se hace necesaria la búsqueda de mejoras tecnológicas en la línea productiva que permitan llegar a los mercados de interés, con mayores volúmenes de flores a menores costos y sin que esto conlleve a un detrimento de su calidad.

El mercado de especies ornamentales en Chile ha sufrido cambios muy importantes en los últimos 15 años, impulsados principalmente por el aumento en la demanda interna y las exportaciones de flores de corte y de material vegetativo. Si bien en este período ha tenido un desarrollo lento, presenta ventajas reconocidas por parte de los privados y del Estado.

La demanda interna se ha reflejado principalmente en el mercado de plantas para parques y jardines, debido al mayor desarrollo inmobiliario y vial y al mayor ingreso *per cápita* del país. Ese



aumento se refleja en una expansión en el consumo de productos suntuarios, como las plantas y flores, lo que se ha favorecido por la inserción de grandes tiendas y supermercados, que se suman al crecimiento de jardines y viveros tradicionales.

Aunque se vislumbra un futuro auspicioso para el área de ornamentales, también se reconocen restricciones en el ámbito productivo, tanto por dificultades de gestión, como por la carencia de tecnologías avanzadas en la cadena de producción que influye en la capacidad de competir en mercados más desarrollados. Un problema que condiciona la productividad es la obtención de material vegetal de excelente calidad genética, de sanidad controlada, en un estado nutricional óptimo y en la cantidad y oportunidad requerida por cada productor. Esta última radica en la baja o nula tasa de propagación que se obtiene en vivero y también a que en condiciones de cultivo *in vitro* convencional presentan complejidades dadas por el alto grado de contaminación, producción de compuestos fenólicos y vitrificación, baja respuesta y tasa de multiplicación, requisitos específicos de temperatura e iluminación. La obtención de plantas por parte de los productores se dificulta aún más cuando las especies presentan problemas en su multiplicación tradicional, ya sea por tener bajas tasas de multiplicación o porque requieren tiempos y/o cuidados excesivos que el agricultor no está en condiciones de incurrir.

Uno de los principales problemas que enfrentan los productores de plantas ornamentales es la falta de oferta de nuevas especies o cultivares en el mercado interno. Entonces, los productores nacionales han debido abastecerse con variedades cultivadas en otras partes del mundo (principalmente europeas), teniendo que pagar royalties, además de los elevados costos de importación que esto conlleva.

Todas las técnicas de cultivo *in vitro* implican un costo elevado de inversión inicial, que pocas empresas del agro pueden asumir. Por ello este tipo de técnicas son utilizadas en aquellos cultivos en que la planta individual presenta un mayor valor. Junto a lo anterior, las instituciones de investigación nacional y las grandes empresas del rubro no cuentan con fondos centrales para financiar y asumir el riesgo de desarrollar protocolos de propagación *in vitro* de especies ornamentales complejas, a pesar de que poseen un nivel de interés comercial aceptable para medianos productores. Las empresas que hoy se dedican a la producción de plantas *in vitro* lo hacen con especies de poca exigencia técnica y por ende, en general, de bajo costo.

Se seleccionaron tres grupos de especies modelo debido al alto interés económico que generaban: peonías y proteas, en una etapa inicial de establecimiento comercial en el país y alstroemerias, que estaba enfrentando serios problemas de desarrollo. En todos estos casos la multiplicación de plantas se ha visto complicada en algún tramo y es necesario introducir tecnologías no convencionales al rubro para poder llevarlas a un estado de desarrollo comercial viable.



► 2. El proyecto

El proyecto denominado “Unidad especializada de propagación *in vitro* en especies ornamentales de difícil multiplicación” financiado por la Fundación para la Innovación Agraria, FIA, fue ejecutado por la Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Departamento de Ciencia Vegetales y los agentes asociados: vivero Pumahuida Ltda., vivero Flores del Fynbos y vivero Flores de la Patagonia, en las regiones Metropolitana, V y XII, respectivamente. El proyecto se realizó entre octubre de 2005 y septiembre de 2009, con una duración de 48 meses.

Para el logro del objetivo planteado en el proyecto precursor, desarrollar nuevas metodologías de cultivo intensivo *in vitro* para especies vegetales ornamentales de alto impacto económico y complejas de propagar, se definieron cuatro líneas de trabajo:

- 1) Fase Experimental, en la que se desplegaron protocolos y metodologías no convencionales para las distintas etapas del cultivo *in vitro*.
- 2) Fase Modelo Técnico Precomercial, en la que se realizó una integración de los resultados experimentales.
- 3) Fase Modelo Escalamiento Comercial, para implementar en un laboratorio comercial los desarrollos de protocolos y establecer los parámetros comerciales de operación como volúmenes óptimos, precios, presentaciones, etc., y generar un servicio de propagación para los productores.
- 4) Unidad de transferencia tecnológica, que se encarga de la difusión y desarrollo de servicios, y de estructurar la demanda de los productores, para integrarla a esta unidad especializada de propagación *in vitro*. Para la aplicación de esta iniciativa se han seleccionado tres grupos de especies modelo, debido a su alto interés económico: las que están en una etapa inicial de establecimiento comercial en el país: Peonías y Proteas, o las que enfrentan serios problemas de desarrollo: Alstroemerias.

Para el despliegue de técnicas intensivas de cultivo *in vitro* a nivel experimental, se escogieron tres grupos de especies que sirviesen de modelo para el desarrollo de la propagación de plantas.

- *Alstroemeria* cv. Sweet Laura (*Alstroemeriaceae*): La incorporación de técnicas de multiplicación en la producción de *Alstroemeria*, permite elevar el número de plantas obtenidas en un menor tiempo, lo que asegura una calidad sanitaria y nutricional óptima y a los productores, iniciar el cultivo comercial con material vegetal que asegure su establecimiento. Esto constituye grandes ventajas debido a que este cultivo es de tipo perenne.
- *Peonía lactiflora*, Peonía (*Paeoniaceae*) (3 cultivares): El aumento en la superficie plantada de esta especie, debido al interés del mercado internacional y nacional a acceder a las flores de Peonías, hacen necesaria la búsqueda de alternativas tecnológicas que permitan a los productores abastecerse de material vegetativo, con la cantidad y calidad necesarias para competir en el mercado.
- *Banksia coccinea*, Protea ‘Lady Dí’ y *Leucospermum* ‘High Gold’ (*Proteaceae*): La creciente importancia del cultivo de Proteas en Chile hace necesario superar la dificultad de propagación que poseen varias especies de la familia.

Se ha seleccionado a *Banksia coccinea*, por el creciente interés de los productores por aumentar su superficie de cultivo y la demanda por sus bellas flores, su larga vida en poscosecha y su exclusivo color rojo dentro del género.

Protea ‘Lady Di’ por el atractivo de sus flores, similares a las de Protea ‘Pink Ice’, pero con cabezas florales más pequeñas, lo que constituye una ventaja desde el punto de vista de la exportación, ya que se puede aumentar el volumen de exportación sin incrementar el costo.

Se ha incluido el género *Leucospermum* por los seductores tonos de sus flores, que van desde el naranja al amarillo y por su floración primaveral que le permite acceder al hemisferio norte con productos de apariencia otoñal y en la época de mayor demanda en esos destinos. El cultivar seleccionado para esto es ‘High Gold’, debido a su productividad y buenas características como flor de corte.

Los criterios de selección de estos grupos modelos se resumen en el Cuadro 11.

CUADRO 11. Criterios de selección para las especies florales ornamentales a propagar

Criterios de Selección	ESPECIES SELECCIONADAS		
	Alstroemeria (<i>Alstroemeria</i> spp.)	Peonía (<i>Paeonia lactiflora</i>)	Proteaceae <i>Banksia coccinea</i> Protea “Lady Di” <i>Leucospermum</i> “High Gold”
Estructura de propagación	Rizoma	Raíz Tuberosa	Estacas Semileñosas
Importancia en el mercado nacional viverista	Flor de corte: media a alta Planta en maceta: media y en aumento Planta para parques y jardines: baja y en aumento	Alta	Media -Alta
Importancia en el mercado nacional de flores	Flor de corte: media a alta Planta en maceta: media y en aumento Planta para parques y jardines: baja y en aumento	Media a baja	Baja y en aumento
Importancia en el mercado para exportación	Baja Puede llegar a ser alta para el mercado de genética a partir del Programa de Mejoramiento	Alta	Media y en aumento

Fuente: Proyecto precursor.



Metodología

El proyecto tuvo como objetivos específicos:

1. **Desarrollar e implementar técnicas intensivas de cultivo *in vitro* a nivel experimental, que permitan solucionar las dificultades de propagación de productores de especies ornamentales de alto impacto económico, estableciendo con esto una plataforma base de conocimiento y transferencia tecnológica para la propagación de plantas y el desarrollo de nuevos protocolos.**
 - a) Preparación y selección de material de propagación:
 - Obtención de material donante en estado nutricional, sanitario y fisiológico óptimo.
 - Implementación de invernadero, sombreadero y cámara de crecimiento *ex vitro* PUC
 - Obtención de Colección de plantas madres como material de multiplicación:
 - Selección de plantas madres utilizando pruebas fitopatológicas (indexing) y nutricionales.
 - Selección de plantas: adquisición de plantas y/o gestión para su obtención desde Productores Asociados.
 - Mantenimiento de una colección de material inicial (CMI).
 - b) Desarrollo de un programa de limpieza y sanitización intensiva del germoplasma
 - Análisis fitopatológicos y nutricionales.
 - c) Disminución de carga de patógenos superficiales en plantas madres
 - Aplicación de tratamientos fitosanitarios a plantas madres (fungicidas de contacto y sistémicos).
 - d) Evaluación del estado fenológico óptimo para iniciación de explante *in vitro*.
 - Descripción de los estados fenológicos de la planta y determinación del momento óptimo para la iniciación del explante *in vitro*.
 - e) Mantenimiento y Manejo de plantas Madres
 - **Iniciación del cultivo:** Obtención de explantes asépticos *in vitro*.
 - Selección del explante apropiado para el objetivo de propagación.
 - Evaluación de distintos tipos de explantes de iniciación.
 - f) Establecimiento de un programa de esterilización.
 - Evaluación de alternativas de desinfección previa a la iniciación *in vitro*. Lavado en agua corriente: distintos tiempos de contacto
 - Etanol 75%: dipping de explantes
 - Etanol 90%: flameo de explantes
 - Baño en solución fungicida y/o bactericida: distintos tiempos de contacto y aspersiones.
 - Agentes esterilizantes: Distintos tipos, tiempos y concentraciones de NaOCl y uso de antibióticos en el medio de cultivo.
 - g) Disminución del tamaño del explante
 - Prueba de diferentes tamaños de explante hasta definir tamaño crítico mínimo.
 - h) Uso de compuestos quelantes u antioxidantes
 - Evaluación de compuestos quelantes y antioxidantes en el medio (carbón activado, PVP, ácido cítrico y ascórbico).

- i) Evaluación de cultivo en medio líquido
- Evaluación de diferentes medios de cultivo y concentraciones de medios de cultivo (sólido, líquido y puente).
- j) Evaluación aumento de frecuencia de traspaso.
- Determinar frecuencia de traspaso crítica
- k) **Multiplicación:** Aumento de las tasas de crecimiento, proliferación y sobrevivencia del material vegetativo aséptico.
- Implementación de estrategias convencionales de multiplicación *in vitro*.
 - Implementación de estrategias no convencionales de multiplicación *in vitro*
 - Embriogénesis somática.
 - Inducción de Callo
 - Formación de embriones somáticos
 - Evaluación del desarrollo embriogénico en medio sin RCVs y con RCVs en diferentes concentraciones
 - Evaluación de distintas concentraciones de carbohidratos y aminoácidos
 - Germinación de embriones
 - Uso de reguladores de crecimiento vegetal (GA3)
 - Manejo de la intensidad de luz
 - Manejo del fotoperíodo
 - Condiciones de temperatura y deshidratación
- l) Inmersión temporal (SIT) utilizando brotes formados en la etapa anterior.
- Diseño de equipo
 - Accesorio de Ing. Electrónico
 - Puesta en marcha de equipo
 - Ajuste de parámetros de SIT
 - Frecuencia de inmersión (3-6-12-18 o 24 horas)
 - Tiempo de inmersión (1-3-5 minutos)
 - Volúmenes de inmersión (250-500-750 mL)
 - Tamaño de frasco (1 – 2 – 10 – 20 L)
 - Número de explantes (5-25-100)
- m) Sub-etapa de elongación.
- Uso de diferentes concentraciones de AG3 (0,1 – 0,5 -1,0 mg*L-1)
- n) **Pretransplante o Enraizamiento:** Los tratamientos, tanto de inducción de raíces como de formación de órganos de reserva, se realizó de acuerdo a cada especie. De esta forma, se fomentará el desarrollo de estructuras de reserva y la inducción de raíces adventicias, esta última será finalizada durante aclimatación.
- Formación de órganos de reserva en especies geófitas con técnicas no convencionales de producción de órganos de reserva *in vitro*.
 - Medio basal: evaluación de distintos medios, sustratos y concentraciones.
 - Hormonas no convencionales: evaluación de distintos tipos y concentraciones en el medio basal.
 - Formación de raíces adventicias.
 - Medios y condiciones de cultivo para la inducción de raíces adventicias: reguladores de crecimiento vegetal, distintas fuentes y concentraciones.
- o) **Aclimatación:** Transferencia y establecimiento de las plantas a condiciones *ex vitro*.
- Evaluación de sustratos, contenedores y control ambiental.

- Cuatro métodos de aclimatación variando el tamaño del contenedor y lugar de aclimatación.
- Aplicación de diferentes tratamientos fitosanitarios y mejoradores del proceso de aclimatación.

2. Integrar, adaptar y evaluar las etapas y metodologías no convencionales a un modelo técnico pre comercial de propagación *in vitro*.

- a) Integrar, adaptar y evaluar las etapas y metodologías no convencionales a un modelo técnico precomercial de propagación *in vitro*.
- Desarrollo de definición estratégica del modelo pre-comercial
 - Desarrollo inicial de un modelo de negocios pre-comercial, a través de un diagnóstico preliminar de las capacidades del equipo de trabajo del nivel institucional, de la situación nacional a nivel tecnológico y de las condiciones imperantes del mercado de los productos intermedios y finales.
 - Prospección de demanda a nivel nacional de productos potencialmente desarrollables por la Unidad.
 - Ajuste de selección de material de propagación, correspondiendo a un aumento en la tasa de producción, para llevar el sistema de protocolos desarrollados a un nivel que permita la sustentación económica de la unidad.
 - Ajuste de iniciación del cultivo
 - Determinación de requisitos mínimos del material para entrar a proceso.
 - Estandarización de material inicial recibido de acuerdo a parámetros de calidad y condición de llegada.
 - Condiciones de almacenamiento o procesamiento secuencial de material de colección de plantas iniciales al trabajar con mayor cantidad de material vegetal.
 - Ajuste de multiplicación
 - Optimización del uso de mano de obra a través de la modificación de equipamiento e infraestructura y flujos de operación. Desarrollo de un sistema de programación de tareas que permita complementar, de la mejor manera posible, el uso de recursos productivos con la multiplicación de diferentes especies en el tiempo.
 - Especialización en la utilización de recursos. Identificación de distribución y asignación de tareas en función de días de trabajo más convenientes o estratificación del flujo de producción, de acuerdo a la relación volumen de producción esperado y capacidad de los recursos para operar en forma continua. Definición de capacidad de personal de alternar roles o labores, según favorezca la eficiencia general prevista o determinación de roles exclusivos.
 - Diseño, manejo y minimización de fallas.
 - Optimización de recursos críticos y de alta incidencia en costos de operación.
 - Ajuste de pretransplante
 - Optimización de infraestructura y uso de la mano de obra. En general, actividades muy similares a la etapa de multiplicación.
 - Probar sistemas significativamente diferentes a las condiciones de laboratorio.
 - Determinación de infraestructura y equipamiento requerido
 - Adaptación de laboratorio y cámaras, e invernaderos
- b) Implementación precomercial de sistema de propagación.
- Integración de etapas: preparación, iniciación, pretrasplante y aclimatación.
- c) Rediseño de protocolos en base a resultados precomerciales.
- d) Desarrollo Unidad de Servicios Desarrollo protocolos multiplicación.

- e) Definición de productos pre-comerciales (Protocolo para Plantas *in vitro*, protocolo para plantas aclimatadas *ex vitro*, servicio de desarrollo de nuevos protocolos).
- 3. Transferir y difundir los resultados a todos los componentes del sector productivo y red de biotecnología nacional.**
- a) **Extensión o difusión:**
 - Realización de Charla y taller de difusión anual
 - Preparación de Sitio Web de difusión
 - Diseño gráfico y programación del sitio con imagen técnico-corporativa de la Unidad
 - Habilitación de dominio en servidor PUC
 - Preparación de Publicaciones
 - Preparación y realización de Seminario cierre Proyecto

▶ 3. Resultados alcanzados

Descripción de los principales resultados del proyecto según los objetivos específicos propuestos. En el cuadro 12 se observan los resultados obtenidos para *Alstroemeria*, que dan cuenta de los importantes avances en la técnica de propagación *in vitro* para esta especie.

CUADRO 12. Resultados para *Alstroemeria*

Obj. esp. N°	Resultado esperado	Indicador	Meta final	Resultado alcanzado	Razón que explica discrepancia
1	Establecimiento de una colección de plantas madres en dependencias PUC y Vivero Pumahuida	Número de plantas madres por cultivar	10 plantas en PUC y 10 en Pumahuida.	40 total	Superado
	Establecimiento de protocolos de iniciación <i>in vitro</i>	Número de cultivares iniciados <i>in vitro</i>	3	8	Superado
	Aumento de las tasas de crecimiento, multiplicación y proliferación	Tasa de multiplicación de explantes (cultivares iniciados)	4x cada seis semanas	1.5-3x cada seis semanas	Variabilidad genética y dificultades asociadas a ambiente más apropiado para cada una de ellas
	Control de vitrificación	Número de protocolos para control de vitrificación (1 cultivar)	1	0	No se presentó este problema en las especies estudiadas
	Aumento en el crecimiento estructuras de reserva	Porcentaje de incremento con respecto a protocolos convencionales (2 cultivares)	50%	50%	Logrado con uso de reguladores de crecimiento nuevo (paclobutrazol)
	Establecimiento de plantas en condiciones <i>ex vitro</i>	Sobrevivencia de plantas provenientes de multiplicación (cultivares iniciados)	80%	30%	Dificultades en el control ambiental del lugar de aclimatación y fechas del año más apropiada
2	Inicio de <i>alstroemeria</i> como unidad de desarrollo tecnológico <i>in vitro</i> a escala precomercial	Proceso implementado	100%	80%	Falta desarrollar afinar el sistema de aclimatación según punto anterior.

Fuente: Proyecto precursor.

Se lograron desarrollar algunas técnicas de cultivo *in vitro* a nivel experimental para *Alstroemerias*, sin embargo no se pudo aumentar la tasa de multiplicación de los explantes, ni lograr una sobrevivencia de plantas en condiciones *ex vitro* que permita validar y establecer un protocolo de multiplicación *in vitro* a escala comercial para esta flor.

En el cuadro 13 se observan los resultados obtenidos para *Peonías* que dan cuenta de los importantes avances en la técnica de propagación *in vitro* para esta especie.

CUADRO 13. **Resultados para Peonías**

Obj. esp. N°	Resultado esperado	Indicador	Meta final	Resultado alcanzado	Razón que explica discrepancia
Peonía (especie con raíz tuberosa)					
1	Establecimiento de una colección de plantas madres en dependencias PUC.	Número de plantas madres por cultivar (3) por lugar	10 plantas por cultivar	3 plantas por cultivar	Dificultad para obtener plantas madres apropiadas (jóvenes) en el momento adecuado (otoño) y en una cantidad suficiente (pocas yemas disponibles por planta)
	Establecimiento de protocolos de iniciación <i>in vitro</i>	Número de cultivares iniciados <i>in vitro</i>	2	3	Superado
	Multiplicación y proliferación de explantes	Tasa de multiplicación de explantes (cultivares iniciados)	3x cada ocho semanas	1,5x cada ocho semanas	Especies más recalcitrantes de lo esperado.
	Formación de raíces tuberosas y obtención de raíces adventicias	Frecuencia de formación de estructuras subterráneas (cultivares iniciados)	70%	0%	No se pudo superar la etapa de multiplicación vegetativa anterior.
	Establecimiento de plantas en condiciones <i>ex vitro</i>	Sobrevivencia de plantas provenientes de multiplicación (cultivares iniciados)	50%	0%	No se pudo superar la etapa de multiplicación vegetativa anterior.
2	Inicio de peonía como unidad de desarrollo tecnológico <i>in vitro</i> a escala precomercial	Proceso implementado	100%	50%	Se pudo lograr establecimiento a partir de yemas (varios cultivares) e inducción de estados embriogénicos, luego de lo cual no se pudo avanzar a etapas posteriores.

Fuente: Proyecto precursor.

Se logró desarrollar la iniciación de la propagación, sin embargo no se aumentó la tasa de multiplicación de los explantes, ni la formación de raíces, como tampoco la sobrevivencia de plantas en condiciones *ex vitro*. Lo anterior no permite establecer un protocolo de multiplicación *in vitro* a escala comercial para *Peonías*.

En el cuadro 14 se observan los resultados obtenidos para *Proteáceas* que dan cuenta de los importantes avances en la técnica de propagación *in vitro* para esta especie.

CUADRO 14. Resultados para Proteáceas

Obj. esp. N°	Resultado esperado	Indicador	Meta final	Resultado alcanzado	Razón que explica discrepancia
Proteáceas (especie leñosa)					
1	Establecimiento de una colección de plantas madres en dependencias predio Flores de Fynbos	Número de plantas madres por cultivar (3) por lugar	5 plantas por cultivar	5 plantas por cultivar	Logrado
	Establecimiento de un protocolo de iniciación <i>in vitro</i>	Número de cultivares iniciados <i>in vitro</i>	1	3	Superado
	Multiplicación y proliferación de explantes	Tasa de multiplicación de explantes (cultivares iniciados)	2x cada seis semanas	2x cada seis semanas (Leucospermum)	Logrado
	Formación de raíces adventicias	Frecuencia de enraizamiento de explantes (cultivares iniciados)	20%	0%	Especies muy recalcitrantes. Se espera que en el futuro próximo se logre esta etapa para Leucospermum
	Establecimiento de plantas en condiciones <i>ex vitro</i>	Sobrevivencia de plantas (explantes enraizados)	20%	0%	No se pudo superar la etapa de enraizamiento anterior.
2	Inicio de proteáceas como unidad de desarrollo tecnológico <i>in vitro</i> a escala precomercial	Proceso implementado	100%	100%	Se pudo lograr establecimiento a partir de yemas (varios cultivares) e inducción de estados de multiplicación en alguno de ellos, luego de lo cual no se pudo avanzar a etapas posteriores.

Fuente: Proyecto precursor.

Se logró el establecimiento de una colección de plantas madres, de 5 cultivares y avanzar en el desarrollo de algunas técnicas de cultivo *in vitro*, como el establecimiento de un protocolo de iniciación de propagación para tres cultivares, multiplicación de los explantes (2 cada seis semanas). No se logró la formación de raíces adventicias en los cultivares iniciados, ni la sobrevivencia de plantas en condiciones *ex vitro* que permita validar y establecer un protocolo de multiplicación *in vitro* a escala comercial para Proteáceas.

En el cuadro 15 se observan los resultados obtenidos para el objetivo de difusión y transferencia tecnológica.

CUADRO 15. Resultados de difusión y transferencia tecnológica

Obj. esp. N°	Resultado esperado	Indicador	Meta final	Resultado alcanzado	Razón que explica discrepancia
Difusión y Transferencia Tecnológica					
3	Realización de charlas y talleres de transferencia de avance de actividades	Número de charlas y talleres	2	2 (nacional e internacional)	Avance más lento del estimado provocó tener menos resultados interesantes a nivel nacional
	Realización de sitio Web de difusión	Sitio Web	100% habilitado	100%	Logrado
	Asistencia a congresos nacionales	Número de congresos	2	2	Logrado
	Asistencia a congresos internacional	Número de congresos	1	1	Logrado
	Asistencia a simposio o convención internacional	Número de simposios	1	1	Logrado
	Realización de publicaciones científicas	Número de publicaciones	3	1	Falta de resultados publicables en revistas científicas. Se logró publicar el trabajo resultante de proteáceas.
	Realización de publicaciones de extensión	Número de publicaciones	2	0	Resultados no aplicables a nivel comercial aún.
	Realización de seminario de cierre de proyecto	Número de seminarios	1	0	Pendiente a definir fecha próxima

Fuente: Proyecto precursor.

Resultados y avances en la estimación de los costos del proceso de propagación

En función de los avances logrados y de los esperados a futuro, se realizó una estimación de los costos del proceso de propagación *in vitro* para cada una de las especies estudiadas, con sus respectivas fichas de costos.

Supuestos utilizados:

El valor de las plantas madres y/o plantas originales no se considera dentro del cálculo de los productos del laboratorio, porque normalmente son aportados por el cliente que solicita el servicio.

Se estandarizan procedimientos dentro de la especie, de modo de reflejar una situación promedio, a pesar de que se reconoce que cada cultivar o variedad pueden constituir un procedimiento nuevo.

No se considera el costo y tiempo de preparación de plantas madres para ingreso de explantes a condiciones de iniciación. Se planteará como un requisito y/o procedimiento previo para los potenciales clientes del servicio.

No se incluye diferenciación por técnicas especiales utilizables *in vitro*, por estar todavía en proceso de validación (por ejemplo, embriogénesis somática).

No se considera el efecto tiempo o época del año para el inicio del servicio del laboratorio. Es un aspecto que se va a considerar en la aplicación real a los cultivos o especies potencialmente multiplicables *in vitro*, pues existe un mejor o único momento del año para reproducir algunas de ellas. Esto incide significativamente en los costos o incluso puede no reportar resultados positivos.

CUADRO 16. Costos de inversión en la implementación de la unidad especializada de propagación *in vitro***Planilla costos inversion**

Item	\$
Transferencia aseptica	4.000.000
Cámara crecimiento	2.060.000
laboratorio preparación medios	8.646.000
Invernaderos	4.160.000
Sistemas de control	2.400.000
Total	21.266.000

Fuente: Proyecto precursor.

CUADRO 17. Costo del proceso de propagación *in vitro*, por etapa, para Alstroemeria. Valores en pesos**Alstroemeria**

Item	Multiplicación	Enraizamiento	Aclimatación	Sub total
Costos medios	1.912	12.621	9.794	24.327
Costo RCVs	267	1.353	1.353	2.973
Uso de estructura	6.932	60.718	27.729	95.379
Costo mano de obra	43.182	25.909	17.273	86.364
Sub total costos	52.293	100.601	56.149	209.043
n plantas finales	356	339	322	322
Costo por planta final	146,9	296,8	174,4	649

Fuente: Proyecto precursor.

CUADRO 18. Costo del proceso de propagación *in vitro*, por etapa, para Peonía. Valores en pesos**Peonía**

Item	Multiplicación	Enraizamiento	Aclimatación	Sub total
Costos medios	1.771	8.499	9.893	20.163
Costo RCVs	267	1.353	1.353	2.973
Uso de estructura	12.366	60.967	27.729	101.062
Costo mano de obra	32.386	38.864	34.545	105.795
Sub total costos	46.790	109.683	73.520	229.993
n plantas finales	300	228	325	325
Costo por planta final	156,0	481,1	226,2	708

Fuente: Proyecto precursor.

CUADRO 19. Costo del proceso de propagación *in vitro*, por etapa, para Proteas. Valores en pesos**Proteas**

Item	Multiplicación	Enraizamiento	Aclimatación	Sub total
Costos medios	2.125	11.332	13.191	26.648
Costo RCVs	267	1.353	1.353	2.973
Uso de estructura	10.897	62.214	27.729	100.840
Costo mano de obra	172.727	103.636	51.818	328.181
Sub total costos	186.016	178.535	94.091	458.642
n plantas finales	240	228	433	433
Costo por planta final	775,1	783,0	217,3	1.059

Fuente: Proyecto precursor

CUADRO 20. Costo de los insumos requeridos para la propagación de cultivos *in vitro*. Valores en pesos

Planilla precios insumos para cultivos in-vitro	
Medios	Costo mL
MS completo	1,16
RCVs	Costo mg
2,4 D	0,09
AIA	0,95
IBA	5,25
ANA	0,21
PICLORAM	5,49
ABA	227,76
GA3	18,36
AC JASMONICO	250,64
2iP	44,1
KINETIN	57,72
TDZ	1.149,72
ZEATIN	7.763,60
Uso infraestructura	Costo hora
Laboratorio preparacion medios	176
Cámara crecimiento	176
Campana flujo	73
Invernadero	82
Autoclave	500
Mano obra	Costo hora
Técnico laboratorio	2.159
Sustratos	\$/cc
Perlita	0,02444
Turba mejorada	0,07991
Arena	0,006
Vermiculita	0,0572
Contenedores tipo cassata	\$/unidad
	160
Macetas	\$/unidad
	42
Bolsas	\$/unidad
	2

Fuente: Proyecto precursor.

CUADRO 21. Costos de la etapa de iniciación y multiplicación del proceso de propagación de cultivos *in vitro*. Valores en pesos

Planilla costos por etapa iniciación y multiplicación

Item	No plantas-semillas	Costo Unidad	Costo Total	Subtotales
Costo Material Parental	36	0	0	0
	N contenedores	mlx contenedor	Total ml medio	
Total Medio	108	15	1.620	1.620
Insumos Medios	Total medio	Costo ml		
	1.620	1,18	1.912	1.912
RVCs	mg Tratm	Costo mg	Costo RCVs	
2,4-D	1,08	0,09	0,1	
Picloram	1,08	5,49	5,93	
2iP	0,34	44,1	14,88	
BA	1,08	227,76	245,98	
RVCs	1,08		0	
RVCs	1,08		0	267
USO Laboratorios Invernaderos	Uso (hr)	Costo (\$)	Total laboratorios (\$)	
Lab. Preparación medios	4	176	705	
Campana flujo laminar	4	73	292	
Cámara de crecimiento	28	176	4935	
Autoclave	2	500	1000	
Invernaderos	0	82	0	6.932
Consumos básicos	38	46	1749	7.976
Horas técnico	20	2.159	4.3182	43.182
Subtotal iniciación y multiplicación				61.889
Tasa de multiplicación	3,3	356,4		174

Fuente: Proyecto precursor.



CUADRO 22. Costos de la etapa de enraizamiento del proceso de propagación de cultivos *in vitro*. Valores en pesos

Planilla costos por etapa enraizamiento				
	N contenedores	mlx contenedor	mL Total	
Total Medio	356	30	10.680	10.680
Insumos Medios	Total medio (mL)	Costo ml \$		
	10692	1,18	12.617	12.617
RVCs	mg Tratm	Costo mg	Costo RCVs	
2,4-D	5,94	227,76	1352,8944	
Picloram	0	0	0	
2iP	0,34	0	0	
BA	0	0	0	
RCVs	0		0	
RCVs	0		0	1.353
USO Laboratorios Invernaderos	Uso (hr)	Costo (\$)	Total laboratorios (\$)	
Lab. Preparación medios	2	176	352	
Campana flujo laminar	2	73	146	
Cámara de crecimiento	336	176	59.136	
Autoclave	2	500	1.000	
Invernaderos		82	0	60.634
Consumos básicos	342	35	11.970	72.604
Horas técnico	12	2.159	25.908	25.908
Subtotal iniciación y multiplicación				172.772
Tasa de multiplicación		0,95	338,58	510

Fuente: Proyecto precursor.



CUADRO 23. Costos de la etapa de aclimatación del proceso de propagación de cultivos *in vitro*. Valores en pesos

Planilla costos por etapa aclimatación					
Si es Contenedor	N unidades	Unidades	Costo/Unidades	Costo total	
Volumen Total	1	lt			
Volumen util	0,6	lt			
Contenedores plásticos (6pl/cont)	56	Unidad	160	8.960	
Perlita	16,929	lt	24,44	414	
Turba	3,3858	lt	79,9	271	
arena	14	lt	6	84	
RVCs	mg tratm		Costo mg	Costos RCVs	9.728
Ba	5,94		227,76	1.352,89	
RCVs	0			0	1.353
USO Laboratorios Invernaderos	Uso (hr)	Costo (\$)	Total laboratorios (\$)		
Lab. Preparación medios	0	176	4		4
Campana flujo laminar	0	73	0		0
Cámara de crecimiento	0	176	0		0
Autoclave	0	500	140		140
Invernaderos	336	82	27.586		27.586
Consumos básicos	336	23	7.734		35.320
Horas técnico	8	2.159	17.273		17.273
Subtotal iniciacion y multiplicación	8				91.260
Tasa de multiplicación		0,95	338,58		270

Fuente: Proyecto precursor.

Conclusiones del proyecto precursor

• Técnicas

Es posible de establecer la implementación de una Unidad Especializada de Propagación *in vitro* en Chile.

Existe demanda e interés en el sector productivo por los servicios generados en una unidad de este tipo.

Es posible generar conocimiento y tecnología avanzada con los recursos humanos y materiales con que se cuenta en Chile.

El capital humano es de vital importancia para el éxito de este tipo de iniciativa, siendo la permanencia del personal técnico, no profesional, vital para el avance rápido en encontrar soluciones a los problemas encomendados.

Se debe enfatizar en el trabajo parcializado, evaluando etapas individuales y no procesos completos, desde iniciación *in vitro* hasta aclimatación *ex vitro*.

Las diferencias genéticas dentro de cada especie, deben ser consideradas, ya que las respuestas a distintos tratamientos son diferentes y se acrecientan cuando se trabaja en condiciones *in vitro*, por lo que no pueden ser generalizadas a partir de otros protocolos.

- **Económicas**

El costo de desarrollo de un protocolo de propagación *in vitro*, es posible de ser generado por una Unidad Especializada.

Los costos asociados a la generación de dicho protocolo son diferentes a los asociados a la producción masiva de plantas *in vitro*, ya que incluyen costos diferentes de tiempo de profesionales e investigadores y pruebas y errores consecutivos, hasta lograr el resultado esperado.

La generación de un nuevo protocolo posee una estructura de costos, diferente para cada fase de multiplicación *in vitro*, y es muy específica para cada especie y en algunos casos también a nivel de cultivar. Debe ser considerado al momento de asumir un compromiso de este tipo.

- **De gestión**

La Universidad es capaz de generar una Unidad independiente y especializada para la generación de este tipo de protocolos.

El tamaño y la dificultad de la gestión financiera deben ser incluidos dentro de las consideraciones a evaluar, ya que pueden provocar complicaciones adicionales a las contrariedades técnicas.

El trabajo con personal técnico y profesional permanente es mucho más eficiente para este tipo de Unidades, ya que realizar esta tarea con alumnos, aun cuando es ventajoso en varios aspectos (conocimientos básicos, búsqueda de información, independencia en el trabajo), posee la gran desventaja de ser más lento al incluir una etapa de 4 a 8 semanas de entrenamiento, cada vez que se incluye un nuevo integrante.

► **4. Los productores e investigadores del proyecto hoy**

El investigador de la Universidad Católica de Chile, Eduardo Olate señala que con la ejecución del proyecto se lograron establecer capacidades técnicas y humanas para la propagación *in vitro* de especies vegetales de difícil divulgación. Luego de la ejecución de éste se han desarrollado más de 30 tesis de grado relativas al tema. Se han logrado avances significativos en la técnica de propagación *in vitro* de las especies *Alstroemerias*, *Proteáceas* y *Peonías*, augurando para un futuro cercano la puesta a punto de la técnica para estas y otras especies vegetales.



Esta herramienta posibilitaría que la industria nacional de flores cuente con el recambio varietal necesario para mantenerse en el negocio de las de corte y/o plantas ornamentales. Además, que obtuviera la masa crítica de plantas necesaria para abastecer con los volúmenes requeridos, en menores tiempos, respondiendo oportunamente a las tendencias y requerimientos de mercado que demanda nuevas especies y variedades en forma continua.

Cristina Gregorczyk del vivero “Flores del Fynbos” señala que sería de gran ayuda para la industria nacional de flores, contar con una técnica que permita incrementar las nuevas especies de manera rápida, con calidad sanitaria óptima y con la genuinidad varietal necesaria o las variedades requeridas por el mercado consumidor de flores. Esto le permitiría responder de manera oportuna a las exigencias del mercado y afianzar la condición de Chile como productor y exportador de flores.

SECCIÓN 3

El valor del proyecto

La producción de flores en Chile representa un rubro de gran potencial. Uno de los principales problemas que enfrenta es la obtención de material vegetal de alta calidad genética y sanitaria, que permita responder con rapidez a las exigencias del mercado. Esta dificultad radica, en parte importante, en la baja o nula tasa de propagación que se obtiene en vivero y también a que se presentan las numerosas complejidades en condiciones de cultivo *in vitro* convencional.

Atendiendo a las necesidades del mercado de cultivos ornamentales en Chile: inserción de nuevas especies, alternativas de producción y mejoramiento de las cadenas productivas, se seleccionaron *Alstroemeria* (*Alstroemeria* sp.), Peonías herbáceas (*Paeonia lactiflora*) y Proteáceas (*Banksia coccinea* y *Protea* “Lady Di”) para dar inicio a un programa de cultivo *in vitro*, a través de la utilización de técnicas avanzadas, que permitiese superar los problemas de multiplicación comercial que estos cultivos poseen en algún nivel del proceso.



Los resultados del proyecto generan una experiencia valiosa en las líneas de investigación propuesta y permiten rescatar el conjunto de avances y aprendizajes en la técnica de propagación *in vitro* de especies de difícil propagación. También, da referencias del paquete técnico que debieran seguir siendo estudiadas, dejando sentadas las bases para más investigaciones en esta línea, de manera de contar en un futuro cercano con una nueva tecnología disponible para la industria de flores en Chile.

Esta experiencia de aprendizaje, posibilitaría que esta industria nacional, contara con el recambio varietal necesario para mantenerse en el negocio de las flores de corte y/o plantas ornamentales, respondiendo a las tendencias y requerimientos de demanda nuevas especies y variedades en forma continua. El mercado exige, entre otros requerimientos, una masa crítica de plantas necesaria para abastecerse, los volúmenes adecuados, respuestas rápidas y oportunas. Si bien el proyecto precursor realiza avances importantes en la puesta a punto de la técnica de propagación *in vitro* en especies ornamentales, ésta no se encuentra disponible en la actualidad y existen una serie de desafíos y asuntos por resolver que no permiten presentar esta experiencia como una tecnología ya disponible para los usuarios.

Anexos

Anexo 1. Cuadros económicos y estadísticas

Anexo 2. Literatura consultada

Anexo 3. Documentación disponible y contactos

ANEXO 1. Cuadros económicos y estadísticas

CUADRO 1. Evolución de la superficie plantada con flores por variedades, según censos agropecuarios (1997-2007). Valores en hectáreas

Especie	CENSO 1997			CENSO 2007			Diferencia % 1997-2007
	Aire libre	Invernadero	Total (ha.)	Aire libre	Invernadero	Total (ha.)	
Pensamientos	0,7	0,9	1,6	0,7	0	0,7	56%
Tulipán	7,6	1,7	9,3	0,71	0,03	0,74	92%
Fresia	3	0,8	3,8	0,75	0	0,75	80%
Lisianthus	7,5	1,1	8,6	0,59	3,4	3,99	54%
Dalis	22,1	0	22,1	7,3	0,01	7,31	67%
Siempreviva	22,4	0	22,4	13,8	0,06	13,86	38%
Rosa	41,1	19	60,1	14,52	11,2	25,72	57%
Peonía	0,6	0	0,6	29,39	0	29,39	-4.798%
Estátice	13,7	0,2	13,9	29,94	0,1	30,04	-116%
Alstroemeria	0,3	3,5	3,8	2,76	37,9	40,66	-970%
Ilusión	74,4	0,6	75	54,08	0,02	54,1	28%
Reina Luisa	86,1	1,2	87,3	62,6	0,02	62,62	28%
Gladiolo	144	7,9	151,9	62,45	4,2	66,65	56%
Alhelí	214,5	0,9	215,4	115,6	0	115,6	46%
Clavel	200,9	159	359,9	51,5	127,98	179,48	50%
Lilium	15,8	11,6	27,4	171,27	31,4	202,67	-640%
Crisantemo	219,2	37,2	256,4	272,46	42,2	314,66	23%
Otras	139,5	14,3	153,8	960,7	114,4	1075,1	-599%
Total	1.213,4	259,9	1.473,3	1.851,1	372,9	2.224,0	-51%

Fuente: ODEPA, 2010.

CUADRO 2. Superficie nacional plantada con flores por región, según censos agropecuarios (1997-2007). Valores en hectáreas

Región	CENSO 1997			CENSO 2007			Diferencia % 1997-2007	% total nacional
	Aire libre	Invernadero	Total (ha.)	Aire libre	Invernadero	Total (ha.)		
I+XV	16,4	0,9	17,3	36	0,1	36,1	108,7	1,6
II	4,9	0	4,9	4,2	0,4	4,6	-6,1	0,2
III	34,1	5,9	40	25,4	2,2	27,6	-31,0	1,2
IV	191,3	10,7	202	380,9	21	401,9	99,0	18,1
V	610,7	216,4	827,1	556,9	285,7	842,6	1,9	37,9
R.M.	229,9	14	243,9	147,1	20,1	167,2	-31,4	7,5
VI	12,6	4,8	17,4	155,4	11,6	167	859,8	7,5
VII	36,3	2,3	38,6	32,2	4,8	37	-4,1	1,7
VIII	17	3,1	20,1	68,4	8,5	76,9	282,6	3,5
IX	31,3	1,4	32,7	79,5	5,8	85,3	160,9	3,8
X+XIV	28,9	0,3	29,2	356,2	12,2	368,4	1161,6	16,6
XI	0	0	0	5,1	0,1	5,2	N/C	0,2
XII	0	0	0	3,9	0,8	4,7	N/C	0,2
Total	1.213,4	259,8	1.473,2	1.851,2	373,3	2.224,5	51	100

Fuente: ODEPA, 2010.

CUADRO 3. Evolución anual de los precios de flores en el mercado nacional Terminal Panamericana norte. Valores en pesos por vara

Especie	\$ / vara					
	Años	Alstromelia	Banksias	Leucospermum	Peonías	Proteas
2000		162				
2001		115			342	516
2002		126			205	1.023
2003		97		2.472	215	3.046
2004		95	1.468	849	362	1.763
2005		82	2.397	1.707	329	1.988
2006		74		1.138	324	1.322
2007		72			276	1.126
2008		54		195	266	1.920
2009		65		228	317	1.176
Promedio		85	2.118	808	288	1.809

Fuente: ODEPA, 2010.

CUADRO 4. Evolución de los volúmenes de exportación de flores de las especies Peonías, Proteáceas y Alstroemerias, 2007-2009. Valores en kilogramos

Volúmen Kg.	2007	2008	2009
Peonías	58.370	84.555	35.213
Proteaceas	131.102	63.186	6.569
Alstroemerias	180	1	-

Fuente: Servicio Nacional de Aduanas, 2010.

CUADRO 5. Flujo de fondos de un huerto de Peonías. Valores en pesos por hectáreas

Flujo Peonías \$ /ha	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5-10
N plantas		15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
Rendimiento (tallos/pl)				3	5	8
Producción (tallos /ha)		0	0	45.000	75.000	120.000
Ingresos mercado interno 10%		0	0	1.296.000	2.160.000	3.456.000
Ingresos exportación 90%		0	0	21.465.000	35.775.000	57.240.000
Total Ingresos		0	0	22.761.000	37.935.000	60.696.000
Costos de operación (mano de obra)						
Labores Cultivo	2.160.000	4.320.000	4.320.000	4.320.000	4.320.000	4.320.000
Cosecha				2.700.000	2.700.000	2.700.000
Poscosecha (selección y embalaje)				1.800.000	1.800.000	1.800.000
Riego y fertirriego		518.400	259.200	259.200	259.200	259.200
Control de malezas		499.200	499.200	499.200	499.200	499.200
Aplicación de agroquímicos		518.400	259.200	259.200	259.200	259.200
Total costos operación		5.856.000	5.337.600	9.837.600	9.837.600	9.837.600
Agroquímicos						
Pesticidas	800.000	800.000	800.000	800.000	800.000	800.000
Fertilizantes	800.000	800.000	800.000	800.000	800.000	800.000
Herbicidas	352.000	352.000	352.000	352.000	352.000	352.000
Total costos agroquímicos (insumos)		1.952.000	1.952.000	1.952.000	1.952.000	1.952.000
Embalaje mano de obra				259.000	259.000	259.000
Asesorías técnicas		400.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000
Mantenciones		150.000	150.000	150.000	150.000	150.000
Transportes comercialización				1.680.000	1.680.000	1.680.000
Gastos administración		3.600.000	3.600.000	3.600.000	3.600.000	3.600.000
Total otros costos		4.150.000	4.950.000	6.889.000	6.889.000	6.889.000
Inversión						
Sistema de riego, pozo y abducciones	3.000.000					
Mantenciones			639.000			639.000
Mesón Embalaje	50.000					
Sombreadero	80.000					
Baldes	25.000					
Plantación						
Plantas	27.825.000					
S.A.G. aduana y aeropuerto	156.000					
Camara frio e infraestructura embalaje	8.540.000					
Sectorización y cortaviento	1.750.000					
Plantación	5.467.418					
Preparación de suelo						
Subsolado	100.000					
Aradura	80.000					
Rastraje	80.000					
Confección camellones	160.000					
Capital de trabajo	11.958.000	12.878.600				
Total inversiones	59.271.418	12.878.600	0	0	0	0
Total egresos	59.271.418	24.836.600	12.878.600	18.878.600	18.678.600	19.317.600
Margen Bruto				4.082.400	19.256.400	41.378.400
Flujo neto	-59.271.418	-24.836.600	-12.878.600	4.082.400	19.256.400	41.378.400

Fuente: Elaborado por los autores con datos de FIA, Resultados y Lecciones en Peonías, 2008

CUADRO 6. Flujo de fondos de un huerto de Proteas. Valores en pesos por hectáreas

Flujo Proteas \$/ha	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5-10
N plantas		3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
Rendimiento (tallos/pl)				2	4	20
Producción (tallos /ha)		0	0	7.000	14.000	70.000
Ingresos mercado interno 90%		0	0	3.780.000	7.560.000	37.800.000
Ingresos exportación 10%		0	0	560.000	1.120.000	5.600.000
Total Ingresos		0	0	4.340.000	8.680.000	43.400.000
Costos de producción						
Poda de formación		518.400	518.400	259.200	259.200	259.200
Poda de producción		0	0	259.200	259.200	259.200
Cosecha		0		259.200	259.200	259.200
Poscosecha (selección y embalaje)		0	259.200	259.200	259.200	259.200
Riego y fertirriego		518.400	259.200	259.200	259.200	259.200
Control de malezas		499.200	499.200	499.200	499.200	499.200
Aplicación de agroquímicos		518.400	259.200	259.200	259.200	259.200
Total costos producción		2.054.400	1.795.200	2.054.400	2.054.400	2.054.400
Agroquímicos						
Pesticidas		950.000	950.000	950.000	950.000	950.000
Fertilizantes		950.000	950.000	950.000	950.000	950.000
Herbicidas		352.000	352.000	352.000	352.000	352.000
Total costos agroquímicos		2.252.000	2.252.000	2.252.000	2.252.000	2.252.000
Embalaje mano de obra				259.000	259.000	259.000
Asesorías técnicas		400.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000
Mantenciones		150.000	150.000	150.000	150.000	150.000
Transportes comercialización				1.680.000	1.680.000	1.680.000
Gastos administración		3.600.000	3.600.000	3.600.000	3.600.000	3.600.000
Total otros costos		4.150.000	4.950.000	6.889.000	6.889.000	6.889.000
Inversión						
Sistema de riego, pozo y abducciones	3.000.000					
Mantenciones			639.000			639.000
Mesón Embalaje	50.000					
Sombreadero	80.000					
Baldes	25.000					
Plantación						
Plantas	3.748.500					
S.A.G.	16.875					
Aduana	86.000					
Aeropuerto	50.000					
Plantación	5.467.418					
Preparación de suelo						
Subsolado	80.000					
Aradura	80.000					
Rastraje	80.000					
Confeccion camellones	160.000					
Capital de trabajo	8.456.400	9.636.200				
Total inversiones	21.380.193	9.636.200	0	0	0	0
Total egresos	21.380.193	18.092.600	9.636.200	11.195.400	11.195.400	11.834.400
Margen Bruto				-6.855.400	-2.515.400	31.565.600
Flujo neto	-21.380.193	-18.092.600	-9.636.200	-6.855.400	-2.515.400	31.565.600

Fuente: Elaborado por los autores con datos de FIA (Resultados y Lecciones en Proteas), 2007 y Cristina Gregorczyk.

ANEXO 2. **Literatura consultada**

- Albers J. y Kunneman M. 1992. Micropropagation of *Paeonia*. *Acta Horticulturae*, 314 : 85-92
- Beruto, M. ; Lanteri, L. y Portogallo, C. 2004. Micropropagation of tree peony (*Paeonia suffruticosa*). *Plant Cell. Tissue and Organ Culture*. 79 (2): 249-255.
- Bouza L., Jacques M. y Miginiac E. 1994. *In vitro* propagation of *Paeonia suffruticosa* Andr. cv. 'Mme de Vatry': developmental effects of exogenous hormones during the multiplication phase. *Scientia-Horticulturae*, 57(3): 241-251.
- Chiari A. y Bridgen E., 2000. Rhizome splitting: a new micropropagation technique to increase *in vitro* propagule yield in *Alstroemeria*. *Tissue and Organ Culture*, 62(1): 39-46.
- Etienne H. y Berthouly M. 2002. temporary immersion systems in plant micropropagation, plant cell., tissue culture and organ culture, 69(3): 215-231.
- Ferreira CD., Dias JD. y Canhoto JM. 2003. *In vitro* propagation of *Leucadendron laureolum* x *L. salignum* cv. Safari Sunset: ultrastructural and anatomical studies of regenerated plantlets. *Acta Horticulturae*. (602): 29-38.
- FIA 1998 a. División o Fragmento de la Peonía herbácea sobre distintos tamaños iniciales y en distintas etapas de cultivo en la X región, comuna de Puerto Octay.
- FIA 2000 c. Cultivo comercial de proteáceas en el secano costero de la VII región.
- FIA 2002 a. Las proteáceas, una oportunidad de desarrollo económico para el secano costero de la VI región.
- FIA 2002 b. Introducción de proteáceas como alternativa productiva al secano de la V región.
- FIA, 2000 a. Estrategia de Innovación Agraria para la Floricultura.
- FIA, 2004. Seminario Peonías: Experiencias productivas, tecnología de cultivo y mercado. Documento resumen del seminario realizado en Temuco el 5 y 6 de Noviembre de 2003.
- FIA. 1993. Experimentación para la introducción de la "Peonía arbustiva", en Magallanes.
- FIA. 1995. Introducción del cultivo y producción de peonías para flor de corte en la VII región.
- FIA. 1997. Cultivo, cosecha y comercialización de la *Paeonia lactiflora* en Magallanes.
- FIA. 1998 b. Establecimiento y evaluación de una plantación comercial de Peonía herbácea (*Paeonia lactiflora*).
- FIA. 2000b. Introducción y evaluación de once variedades de Peonías (*Paeonia lactiflora*) en la zona de Temuco IX región.
- FIA. 2001. Introducción y evaluación de ocho variedades de peonías (*Paeonia lactiflora*) en la zona de Panguipulli, Xa región.
- FIA. 2007. Resultados y Lecciones en Proteáceas.
- FIA. 2008. Resultados y Lecciones en Peonías.
- Gabryszewska E. y Rudnicki RM. 1997. The effects of light quality on the growth and development of shoots and roots of *Ficus benjamina* *in vitro*. *Acta-Horticulturae*. 1997; (418): 163-167.
- Gabryszewska, E. 2000. The influence of cytokinins, thidiazuron, paclobutrazol and red light on shoot proliferation of herbaceous peony cv. Jadwiga *in vitro*. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. 6(3/4): 157-169.

- Hartmann H. y Kester D. y Davies F. 1997. Plant propagation. Principles and practices. Printice Hall Englewood Clifts. Capítulo 19: *In vitro* techniques.
- Kristiansen, K., H. Ornstrup y K. Brandt. *In vitro* PFD and media composition affect both *in* and *ex vitro* performance of *Alstroemeria* Butterfly-hybrids. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 56: 145-153.
- ODEPA. 2010. Bases de datos. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias ODEPA, Ministerio de Agricultura Disponible en: <http://www.odepa.cl/>
- ODEPA, 2009. Las flores de corte chilenas en 2007 y 2008. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias ODEPA, Ministerio de Agricultura. María Victoria Reyes y Daniel Barrera Pedraza, Santiago de Chile, Marzo de 2009.
- ODEPA, 2007. Estudio de Evaluación del Potencial del Mercado Interno de las Flores. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias ODEPA, Ministerio de Agricultura.
- Pedersen, C., C.W. Hansen, K. Brandt and K. Kristiansen. 1996. *Alstroemeria* plantlets can be induced to flowering by cold treatment during *in vitro* culture. *Scientia Horticulturae* 66: 217-228.
- Robles G. 2004. Mercado Nacional e Internacional de Flores de Corte y Floricultura Campesina.
- Sluis CJ. y Walter KA. 1985. Commercialization of plant tissue culture propagation. *Intl. Assoc. Plant Tiss. Newsl.* 47 :2-12.
- Simonton W., Robacker C & Krueger S. 1991. A programable micropropagation apparatus using cycled medium. *Plant Cell Tissues and Organ Culture*, 27 :211-218.
- Trigiano R. y Gary D. 1999. *Plant Tissue Cultura and Laboratory Exercises*. Segunda Edición. *Organogenesis*: Capítulo 14, pp. 125-138.
- Trigiano R. y Gary D. 1999. *Plant Tissue Cultura and Laboratory Exercises*. Segunda Edición. *Somatic Embryogeneis*: Capítulo 19, pp. 175-190.

Se consultaron además las siguientes personas y páginas web:

Eduardo Olate. Ingeniero Agrónomo, 1993. Pontificia Universidad Católica de Chile. Doctor of Philosophy (Ph.D.), 2006. University of Connecticut, EUA. Profesor del Departamento de Ciencias Vegetales PUC
Email: eolate@uc.cl

Cristina Gregorczyk. Viveros Flores del Fynbos. Tel. 56-9-343-8992, Casilla 161 San Antonio

Se vieron en junio de 2010:

www.ine.cl

www.odepa.gob.cl

www.aduana.cl

ANEXO 3. **Documentación disponible y contactos**

El presente documento, su ficha correspondiente y los informes finales del proyecto precursor se encuentran disponibles como PDF, en el sitio Web de FIA “Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario” (<<http://experiencias.innovacionagraria.cl>>), al cual también puede ingresar desde la página de inicio del sitio Web institucional, desde la opción “Experiencias de Innovación de FIA” (<www.fia.gob.cl>).

Contacto: fia@fia.cl