



## JARDÍN BOTÁNICO CHAGUAL DE SANTIAGO

**A** un año de la creación de la Corporación que avala su quehacer, y siguiendo los lineamientos del BGCI (Botanic Gardens Conservation International, Inglaterra), el *Jardín Botánico Chagual de Santiago* es un proyecto de educación y conservación de flora nativa de Chile que empieza a concretarse.

Hasta fechas muy recientes los términos patrimonio nacional o patrimonio de la humanidad se aplicaban exclusivamente a obras creadas por el hombre. Sin embargo, dada la presión y deterioro al que se encuentran sometidos los recursos naturales este concepto se ha ampliado, extendiéndose a entidades del mundo natural. Así, hoy en día, bosques, dunas, humedales y hasta especies individuales constituyen entes de valor patrimonial y su preservación es valorada como expresión de cultura.

Impulsados por el desafío de colaborar a preservar la naturaleza y avalados por su reconocida experiencia en la aclimatación y propagación de plantas fuera de sus lugares de origen, los jardines botánicos inician un importante protagonismo en la educación, al relevar el valor que tienen las plantas y sus hábitat como sistema y soporte de la vida. En ese sentido, promueven la conservación de plantas nativas amenazadas, difunden prácticas y conocimientos hortícolas, rescatan el legado dejado por las culturas ancestrales -en relación al uso de las plantas- y desarrollan variados programas de educación escolar y educación para adultos.

Chile es un país de larga y rica tradición botánica. Apoyándose en esa trayectoria, y conciente que el conocimiento científico de la naturaleza contribuye a una actitud de respeto y cuidado por ella, el *Jardín Botánico Chagual* se ha propuesto -como uno de sus objetivos más ambiciosos- contribuir al desarrollo de una cultura de la naturaleza capaz de apreciar y conservar la diversidad vegetal y florística de la zona de clima mediterráneo de Chile. Alimentar, nutrir, y ampliar el sentido de identidad y responsabilidad con nuestro territorio, mediante la comprensión de la importancia que tiene conocer y conservar la particular y cada vez más frágil flora y la vegetación que lo puebla, es uno de los objetivos más elementales y también el máspreciado de este nuevo jardín botánico.



Este es el primer número de *Chagual*, revista que será nuestro principal órgano de difusión escrito. Mediante ella informaremos acerca de los avances del proyecto jardín botánico y comunicaremos las realizaciones que se vayan obteniendo en el desarrollo de sus áreas estratégicas. Asimismo, esperamos que esta publicación sea acogida por quienes deseen difundir trabajos y reflexiones emanados de su quehacer en instituciones y disciplinas afines al estudio, conservación y propagación de nuestra flora.

Un hito importante en el desarrollo del proyecto del Jardín Botánico Chagual fue la realización del Taller “Bases para la definición de Colecciones del Jardín Botánico Chagual” realizado en el año 2002 con asistencia de connotados miembros de la comunidad científica. Durante dos días se analizó el desafío de establecer y mantener un jardín botánico considerando su potencial como referente nacional e internacional; se identificó y caracterizó las comunidades vegetacionales, taxa, fenómenos y temas relevantes para la zona que representará el jardín botánico y se revisó el estado de conservación, usos, importancia cultural y experiencia en propagación y conservación de plantas nativas de esas zonas. Este primer número extraordinario o especial está enteramente dedicado a presentar los resultados obtenidos en dicha reunión.

Auspiciado por el Parque Metropolitano y la Municipalidad de Vitacura, el Taller contó con el patrocinio del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Museo Nacional de Historia Natural. Cabe destacar el auspicio específico proporcionado por el Centro Milenio para Estudios Avanzados en Ecología y de Investigación en Biodiversidad (CMEB) que posibilitó la participación de destacados catedráticos e investigadores que viajaron desde regiones y el extranjero. La receptividad con que cada uno de los profesionales invitados respondió a esa convocatoria posibilitó dar un punto de partida fecundo y efectivo a la discusión abierta en torno a este proyecto de jardín botánico y obtener un primer consenso con relación a los criterios para definir sus colecciones vivas.

El apoyo que se ha recibido es sugerente y esperanzador. Quisiéramos que esta revista sirva para multiplicar el resultado de éste y otros encuentros y diálogos, convirtiéndose en una plataforma abierta a la difusión de ideas, interrogantes y realizaciones que den impulso y consistencia a nuestras tareas de futuro.

*Antonia Echenique Celis*  
Directora Ejecutiva  
Jardín Botánico Chagual de Santiago



# TALLER «BASES PARA LA DEFINICIÓN DE COLECCIONES DEL JARDÍN BOTÁNICO CHAGUAL»

*Palabras inaugurales del Representante del PNUD,*

**Eugenio Ortega**

*Ustedes se preguntarán, ¿por qué el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo ha estado involucrado en este proyecto desde sus inicios? Lo hemos hecho con la convicción de que se trata de una propuesta sólida y de trascendencia para la ciudad de Santiago, como también para el resto del país y a lo mejor para muchas ciudades de América Latina. Quisimos sumarnos al proyecto del Jardín Botánico Chagual con un objetivo esencial: promover el desarrollo de una cultura de la naturaleza que valorice el patrimonio natural de Chile exhibiendo sus especies y sus ecosistemas y motivar conductas y actitudes más sustentables entre la población urbana en beneficio de la comunidad nacional y global. Este es un objetivo muy importante para nosotros. El PNUD tiene como orientación básica, central, no sólo como dice aquí, alianzas contra la pobreza. Además, y para ser más positivos todavía, hemos planteado el paradigma del desarrollo humano, sustentable, como uno de los objetivos básicos del trabajo del PNUD en el mundo. Ello entraña necesariamente una preocupación por la cultura y la sustentabilidad. Es decir, una forma de pensar el cómo vivimos juntos. Juntos entre nosotros y juntos con la naturaleza. Porque creemos que necesitamos de más sentido de pertenencia a un país, más cohesión social, la relación entre nosotros y la naturaleza es un tema central en la vida de cualquier pueblo. Sobre todo en la vida de este pueblo y en esta etapa de la humanidad. Creemos también que un jardín como este ayuda a plasmar un desafío que para el PNUD es muy*

*importante. Este es, aumentar las capacidades individuales y sociales de asumir desafíos que tienen que asumirse, como lo son su cuidado, su aprecio, el cuidado de una naturaleza que Dios le dio y que muchas veces hemos despreciado o desconocido. Esta preocupación que tiene el PNUD adquiere especial relevancia en el contexto de esta vida urbana de Santiago.*

*Nosotros, para un último informe de desarrollo humano, hicimos un estudio sobre cultura urbana. En él nos dimos cuenta de que hay un anhelo en la población por tener en su casa, en su pequeño mundo, el pequeño parque. Es decir, esto va a ser necesariamente un espacio público de importancia enorme y dará a la vida urbana de Santiago una nueva dimensión. Y además porque hay escasas áreas públicas habilitadas y dotadas. Dotadas de un mensaje, de sentido, como lo será este jardín botánico. Y por lo tanto, necesitamos crear lugares de encuentro rescatando este patrimonio botánico del país y que esto proporcione a su vez recreación y conocimientos de los habitantes y de los visitantes. A través del Jardín Botánico Chagual estamos seguros de poder colaborar con estos importantes objetivos, que ven en él una señal clara y visible en la creación de un espacio cultural, botánico, de flora nativa y endémica de Chile central. El PNUD está muy contento de haber hecho este aporte y haber tenido a nuestra directiva permanentemente preocupada de que pudiéramos cumplir nuestros compromisos. Por eso es que les deseo a todos ustedes un éxito enorme en las deliberaciones de este Taller. Y realmente esta ha sido una invitación sumamente motivadora para nosotros porque en el fondo nos da una nueva manera de hacer desarrollo humano sustentable en Chile.*



## EL JARDÍN BOTÁNICO CHAGUAL: UN JARDÍN DE PLANTAS NATIVAS DE LA ZONA DE CLIMA MEDITERRÁNEO DE CHILE



*Antonia Echenique, Catherine Kenrick, Victoria Legassa*

*Gestoras del Proyecto: Jardín Botánico Chagual*

La conservación de la naturaleza ha pasado a ser un tema de relevancia mundial porque define el entorno del ser humano y su calidad de vida. Esta visión ha inspirado la creación de la Corporación Jardín Botánico Chagual de Santiago, cuya personalidad jurídica fue otorgada el 25 de octubre de 2002 e integrada por el Ministro de Vivienda y Urbanismo, el Alcalde de Vitacura y los Directores del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, el Parque Metropolitano, la Fundación Chile y la Corporación del Patrimonio Cultural. Ella se funda con el propósito de establecer un jardín botánico y un centro cultural dedicados a la

exhibición, conservación, estudio e investigación de la flora de la zona de clima mediterráneo de Chile –entre la IV y VIII Región– y, a través de ellos, contribuir al desarrollo de una cultura de la naturaleza, que valore el patrimonio natural de Chile central –sus paisajes, sus especies– parte de nuestra identidad como país.

Por su importancia cultural y su potencial impacto a nivel social, el Jardín Botánico Chagual se desarrollará al interior del Parque Metropolitano de Santiago. El proyecto cuenta con 34 ha que darán origen a un espacio cultural y recreativo con características únicas dentro del país. Su emplazamiento en el sector nororiente de la capital asegura una vista panorámica de la cordillera de los Andes y el río Mapocho desde cualquier ángulo del proyecto.



## LOS JARDINES BOTÁNICOS CONTEMPORÁNEOS.

Las últimas décadas del siglo XX están marcadas por hitos de gran relevancia para la dirección en la que se desarrollarán los jardines botánicos en el futuro.

Hacia fines de los años ochenta, la labor de dos prestigiosas organizaciones conservacionistas de carácter internacional –la Unión Internacional para la Conservación (UICN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF)– cristalizó en la creación de una red mundial de jardines botánicos (1985) y la elaboración de una estrategia de conservación a ser implementada por los mismos (1989). Dicha estrategia los define como espacios de conservación *ex situ* de recursos vegetales a nivel mundial.

En 1992 coincidiendo con la *Cumbre de la Tierra* realizada en Río de Janeiro, se aprueba el texto del *Convenio sobre la Diversidad Biológica*. El Convenio representa «un paso decisivo hacia la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la distribución justa y equitativa de los beneficios obtenidos del uso de los recursos genéticos». El Artículo 9 de este Convenio, suscrito por Chile en 1995, se refiere expresamente a la conservación *ex situ* de las especies amenazadas o en peligro de extinción. Al suscribirlo, cada país se compromete a tomar medidas

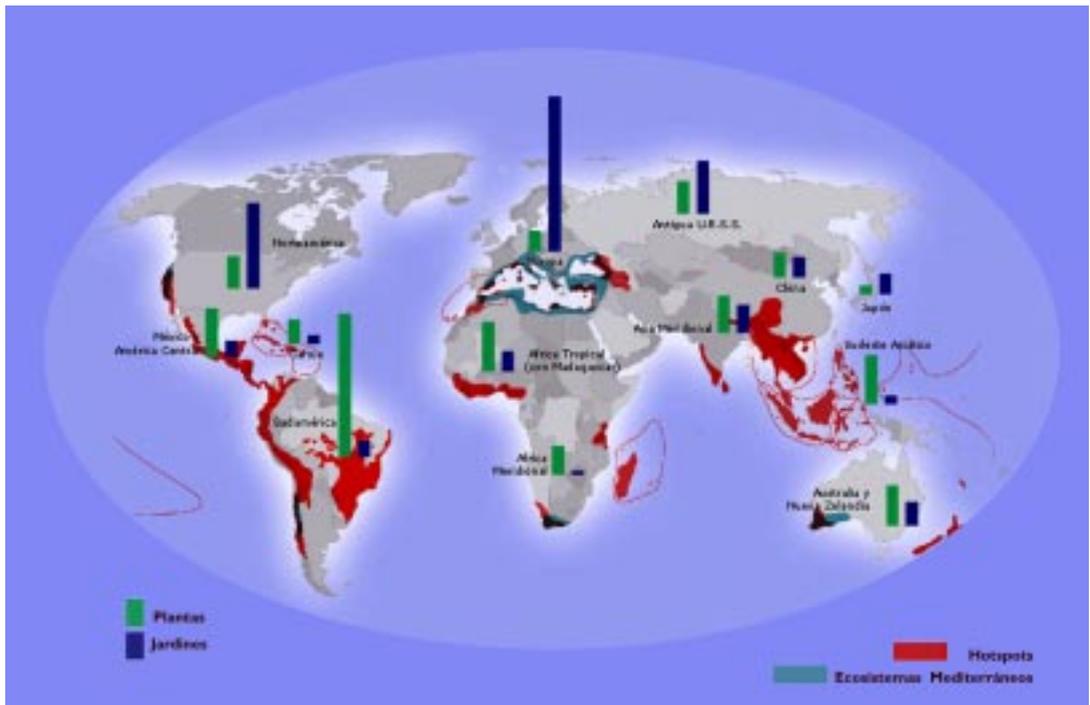
que permitan la conservación *ex situ* de componentes de la diversidad biológica, estableciendo y manteniendo instalaciones y rehabilitando zonas en las que existen especies amenazadas.

Teniendo en cuenta que la tarea prioritaria de los jardines botánicos contemporáneos es su compromiso con la conservación *ex situ* de la biodiversidad vegetal, el desarrollo del Jardín Botánico Chagual constituye una contribución específica de Chile hacia la implementación de la Convención de la Biodiversidad, especialmente por la posibilidad de ofrecer un acceso regulado a las colecciones y compartir beneficios obtenidos de la utilización de los recursos silvestres. Asimismo, se contribuirá a los compromisos adquiridos por la ratificación de la *Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)*, asumiendo las responsabilidades que las autoridades ambientales le puedan asignar en relación con las especies con restricciones.

La estrategia de la Unión Internacional para la Conservación y el Fondo Mundial para la Naturaleza complementa la tarea de conservación *ex situ* de los

Figura 1  
**Mapa Mundial de la Relación entre Distribución de Especies Vegetales y Distribución de los Jardines Botánicos**

(Estrategia para la conservación del BGI p. 26-27)





jardines botánicos, con la no menos indispensable de informar y educar al público acerca de la importancia de las plantas, la conservación del medio ambiente y la forma en la que nos relacionamos con la naturaleza como sociedad. Por esta razón, dichas instituciones proporcionan un marco de apoyo a las iniciativas u organizaciones que crean o mantienen jardines botánicos al interior de países o regiones con especies silvestres amenazadas, o con especies endémicas de potencial socioeconómico.

## PATRIMONIO NATURAL Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD VEGETAL DE CHILE

Hasta fechas muy recientes, los términos patrimonio nacional o patrimonio de la humanidad, se aplicaban exclusivamente a obras creadas por el hombre. Sin embargo, dada la presión y deterioro al que se encuentran sometidos los recursos naturales, este concepto se ha ampliado y se ha hecho extensivo a entidades del mundo natural. Así, en nuestros días, bosques, dunas, humedales y hasta especies individuales, constituyen entes de valor patrimonial y su preservación es valorada como expresión de cultura.

Chile es un país rico en diversidad climática, sistemas ecológicos y paisajes biogeográficos. Por lo mismo, exhibe una gran variedad en cuanto a flora. En conocimiento de las amenazas a las que está expuesto este patrimonio, el gobierno de Chile ha desarrollado una estrategia de protección, centrada preferentemente en la conservación *in situ* de las especies. Esta estrategia se ha hecho explícita con la creación del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) y la toma de medidas específicas para proteger especies en riesgo. En lo que a conservación *ex situ* se refiere, el esfuerzo gubernamental se ha dirigido fundamentalmente a la conservación de material genético en bancos de semilla.

Las colecciones de plantas vivas que se exhiben en los jardines botánicos tienen algunas ventajas que no posee ninguna de las demás formas en las que es posible conservar y utilizar las plantas o sus partes, más allá de sus hábitats originales. En este sentido, además de espacios de conservación, constituyen espacios excepcionales para desarrollar labores de educación y recreación. No obstante estas cualidades, la formación y mantención de colecciones de plantas vivas multipropósitos, no ha sido adoptada desde el gobierno como medida de apoyo a la conservación de nuestro patrimonio vegetal.

En la escasa literatura sobre jardines botánicos chilenos, no existe consenso acerca de su número. Esta literatura referida, tampoco documenta las colecciones que estos jardines contienen. Una aproximación empírica sin embargo, indica que estos jardines no están orientados preferentemente a desarrollar colecciones que expresen la riqueza de plantas nativas de Chile.

En un ámbito más amplio, al comparar el número de jardines botánicos existente por continente con la riqueza en especies propia de los mismos, podemos constatar que su patrón de distribución es, en la mayoría de los casos, inversamente proporcional al de su riqueza natural (ver Figura 1).

Al interior de América Latina, continente donde existe menor presencia de jardines botánicos en relación a la riqueza de especies, esta desigualdad es aún más marcada en el Cono Sur.

Esta perspectiva nos permite apreciar que la escasa valoración de este tipo de espacios y de este tipo de recursos no es privativa de Chile. Por el contrario, en el contexto latinoamericano, dimensión donde la falencia es generalizada, este comportamiento adquiere una proporción que puede ser interpretado como rasgo cultural.

La diversidad biológica en general y las plantas en particular, son fuente generadora de beneficios de la más diversa índole para la humanidad. Una de las ideas que está en el origen de la gestación de este proyecto, es el potencial que ofrecen las colecciones de plantas vivas como recurso educativo, recreativo y de conservación. Estas cualidades las hacen muy atractivas para crear conciencia sobre la importancia de las plantas y promover un cambio tendiente a crear una cultura de responsabilidad individual y social hacia la biodiversidad vegetal dentro del medio ambiente urbano.

Además de sus riquezas naturales, Chile posee una importante historia botánica. Rescatar este conocimiento y divulgarlo en beneficio de la protección del patrimonio natural de Chile a través de las colecciones, exhibiciones y desarrollo de contenidos educativos, es una de las líneas de trabajo estratégicas de este Jardín.

## LA PROPUESTA DEL JARDÍN BOTÁNICO CHAGUAL

### Antecedentes

Las exhibiciones y las colecciones vivas del Jardín Botánico Chagual reflejarán la situación de la zona de clima mediterráneo de Chile, dando cuenta de la vegetación y la historia botánica de esta zona



biogeográfica, y de los valores culturales que esta ha ido recogiendo, generando y arraigando en la comunidad. Los hábitats naturales y las especies de los ecosistemas de las zonas biogeográficas con clima mediterráneo son particularmente ricos pero también muy frágiles por estar ubicados en regiones de alta densidad humana. Son, además, espacios reducidos. Distribuidas en ambos hemisferios, estas regiones ocupan en conjunto menos del 5% de la superficie total de la tierra.

El territorio chileno bajo régimen de clima mediterráneo se ubica entre los 31.5° y los 37° de latitud sur y sus hábitats naturales se encuentran entre los ecosistemas enlistados como frágiles a nivel mundial. Por ello, la zona de clima mediterráneo de Chile figura dentro de las 25 ecorregiones terrestres prioritarias (ETP) u Hotspot considerados puntos críticos de diversidad vegetal del mundo<sup>1</sup>. (Figura 2).

Esta clasificación mundial es consistente con lo que se puede concluir de investigaciones sobre el estado de conservación de la flora realizadas en el país. Es el caso del *Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile*<sup>2</sup>, donde se observa que, alrededor del 40% de las especies clasificadas como problemáticas, se ubican dentro de esta zona. Además de los problemas de conservación que presentan las especies, los tipos vegetacionales con mayor riesgo de extinción también se concentran en esta región. Ejemplo de ellos son: los bosques esclerófilos costeros y de la montaña; los bosques caducifolios de Santiago, la montaña, maulino y de la precordillera de Linares.

La creación de un proyecto de conservación *ex situ* como el Jardín Botánico Chagual representa un aporte específico a la conservación de importantes componentes de la biodiversidad vegetal de esta zona de clima mediterráneo y contribuye al cumplimiento de los compromisos internacionales adquiridos por Chile al firmar el Convenio sobre Diversidad Biológica en 1995.

### El lugar

El Jardín Botánico Chagual se ubicará en la ladera sur oriente del cerro San Cristóbal y tendrá una extensión de 34 ha. El deslinde sur del terreno presenta un frente de 1.180 m sobre la Av. Comodoro Arturo Merino Benítez, comuna de Vitacura. Al interior se presenta una topografía mixta que va desde zonas planas en la zona centro, hasta taludes, quebradas y pequeñas colinas. Esta topografía, con inclinación de pendientes que varían entre los 12° y los 45°, es muy adecuada para representar los ambientes mediterráneos.

En cuanto al acceso, potencialmente se podría ingresar

al terreno del Jardín Botánico tanto por el deslinde norte, sobre la calzada Claudio Gay al interior del Parque Metropolitano, como por el deslinde sur, sobre la Avenida Comodoro Arturo Merino Benítez. Actualmente está habilitado sólo este último acceso.

Con respecto a la vegetación que existe, en líneas generales, excepción hecha de algunos ejemplares aislados de maitén, quilo, tralhuén, una colina dominada por espinos y algunos sectores en que abunda el colliguay, existen escasas muestras de vegetación natural dentro del terreno.

## LA MISIÓN DEL JARDÍN BOTÁNICO CHAGUAL

El Jardín Botánico Chagual se propone contribuir al desarrollo de una cultura de la naturaleza que valore el patrimonio natural del Chile central, exhibiendo sus especies y sus ecosistemas, promoviendo su estudio y difundiendo su importancia, incentivando su conservación y su cultivo con fines culturales, científicos, ornamentales y recreativos, y motivar conductas y actitudes más sustentables entre la población urbana en beneficio de la comunidad nacional y global.

Asimismo, el Jardín Botánico Chagual estará complementado con una muestra de otros ecosistemas de zonas y climas similares del mundo, tales como el SE y SO de Australia, California (EE.UU.), la región del Cabo en Sudáfrica y la cuenca del Mediterráneo Europeo.

### Objetivos Generales

Nuestros objetivos cubren 4 áreas de acción:

- Colecciones vivas del jardín botánico: formar y mantener colecciones de las especies más características de la zona central.
- Desarrollo de la horticultura en plantas nativas: identificar los requerimientos de cultivo de las plantas nativas y mejorarlos a través de la experimentación, para abastecer las colecciones del Jardín Botánico Chagual y difundir su uso.
- Estudio y conservación: proporcionar espacios y herramientas para apoyar la investigación y conservación *ex situ* de la flora nativa amenazada de la zona central.
- Educación y extensión cultural: ampliar la oferta cultural de la ciudad ofreciendo educación y recreación en contacto con la naturaleza.

### La Visión

El Jardín Botánico Chagual tendrá como orientación principal la representación de la vegetación de la zona



de clima mediterráneo, que se organizará en torno a tres ejes.

- La exhibición de las colecciones de plantas que caracterizan a los ecosistemas de la zona de clima mediterráneo de Chile entre la IV y VIII Región.
- Jardines temáticos, tales como un jardín taxonómico, un jardín de plantas de valor económico, plantas endémicas, plantas medicinales y el "jardín del descubrimiento", destinado a la estimulación y experimentación del mundo de las plantas por los niños.
- Jardines de llamativas plantas de las otras regiones de clima mediterráneo del mundo

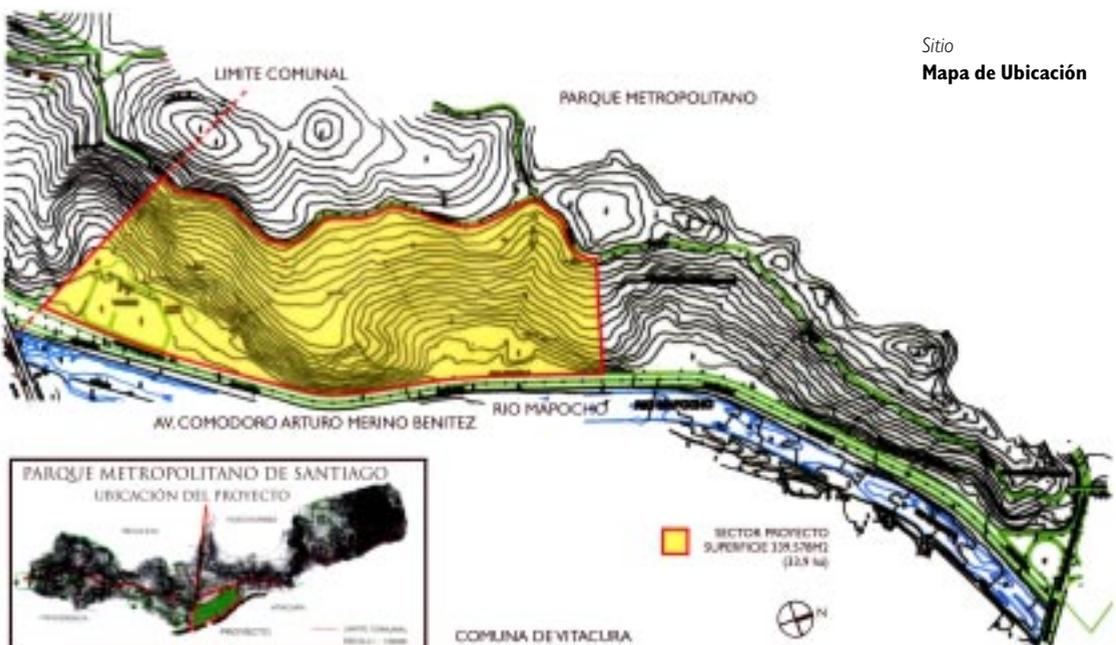
Asimismo, el área de los espacios vegetales y sus colecciones se complementarán con un complejo de edificaciones que constituirán el Centro Cultural, que

estará dotado de infraestructura, materiales y programas que lo potencien como un espacio de difusión, educación, investigación y preservación de la flora nativa de la zona central de Chile.

## COMPONENTES DEL JARDÍN BOTÁNICO

### Principios básicos del diseño

El Jardín Botánico Chagual aspira a ser un proyecto ecológicamente sustentable tanto en su diseño arquitectónico y del paisaje como en la gestión de sus recursos. El diseño de los jardines se adecuará a las condiciones climáticas y a las características topográficas y ecológicas del terreno, obviando de esta manera la necesidad de realizar grandes inversiones en



Sitio  
Mapa de Ubicación



infraestructura para acondicionarlas a las condiciones locales.

Al diseñar las construcciones y obras civiles se utilizará la tecnología más apropiada para maximizar los recursos naturales y financieros a su disposición. Ello significa considerar desde la importancia de las plantas para el equilibrio ecológico, hasta el uso sustentable del suelo y el agua desde el inicio del proceso de diseño.

## A. LOS JARDINES

### • Área de Colecciones Vivas

El plan temático del jardín es botánico, pero se incluirá un número de jardines temáticos capaces de atraer a un público no especialista. Las plantas estarán distribuidas preferentemente de acuerdo a su procedencia geográfica.

Actualmente, los jardines botánicos buscan destacar situaciones en las que se pueda apreciar la complejidad de la vida y las interacciones que se dan en la naturaleza. El objetivo no se reduce a que el usuario aprecie «lo botánico» mediante una rotulación exhaustiva de los ejemplares de la colección, sino también se propone el desarrollo de una cultura de aprecio por la naturaleza. La interpretación reforzará esta visión integradora, mediante la narración de pequeñas historias. En este contexto, cada colección o exhibición, además de tener un sentido botánico y una justificación por sí misma, podrá representar un capítulo o un eslabón que se articulará con el plan temático general del jardín. Las colecciones, por tanto, estarán organizadas de acuerdo a las siguientes temáticas:

a) Colecciones que den cuenta de los hábitats, zonas ecológicas y formaciones vegetacionales más representativas de la zona de clima mediterráneo. Entre ellos, el bosque esclerófilo, los palmares y el bosque decídúo.

b) Colecciones que den cuenta de la historia filogenética (linaje o procedencia) de las plantas de la zona de clima mediterráneo de Chile destacando las plantas arcaicas y los géneros y familias de plantas endémicas y plantas que se consideran especiales.

c) Colecciones que aborden temas de orden ecológico. Entre ellos fenómenos de adaptación morfológica y fisiológica: plantas geófitas, suculentas, de hábito rastrero, etc. O fenómenos de adaptación por suelo en plantas de suelos rocosos, arenosos, profundos, etc.

d) Colecciones que aborden el tema del estado de conservación de la vegetación natural de la zona de clima mediterráneo de Chile. Aquí se agruparían las especies enlistadas en los libros rojos.

e) Colecciones que indaguen acerca del conocimiento de las plantas nativas y su uso. Temas culturales y de importancia actual o potencial en un contexto socioeconómico. Entre ellos:

\* el jardín etnobotánico, que recupera los conocimientos acumulados por la tradición indígena. Incluye plantas de uso ritual, medicinales, comestibles, tintóreas, etc.

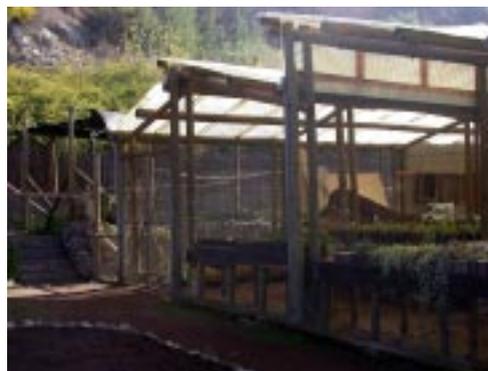
\* El jardín de las híbridas. Exhibición de plantas híbridas cultivadas con especies precursoras chilenas.

\* El jardín de las plantas introducidas. Aquellas introducidas que se han aclimatado y cultivado llegando a ser parte de «lo nuestro», integrándose y enriqueciendo nuestra cultura hortícola. Aquí sería básica la vid, el boj, la buganvilla, el azahar, la flor de la pluma, el álamo, entre otras

\* El jardín de las plantas ornamentales. Este sería un tema de importancia socioeconómica. El objetivo fundamental de estas colecciones sería promover el cultivo de flores chilenas de valor ornamental (copihues, geófitos nativos de grandes y vistosas flores, trepadoras, cactáceas, etc)

\* Plantas chilenas promisorias (keule).

### Viveros abiertos, sección de reproducción





• **Área de Reserva Natural**

Esta área estará dedicada a la mantención del espinal de Acacia caven que se encuentra, en estado natural, dentro del perímetro del jardín.

• **Área del Descubrimiento.**

Esta área estará especialmente dedicada a los niños entre jardines y espacios para la experimentación.

• **Área de Producción de Material Vegetal**

Esta área estará distribuída en viveros, sombreaderos e invernaderos para germinación de especies (camas calientes).

• **Área de Bodega y Almacenaje**

Espacio para procesar material vegetal y almacenar tierras (compost) y bodegas de herramientas y material químico

• **Área de Circulación**

Esta área se desarrollará de acuerdo a las necesidades del terreno y sectorización del plan maestro, integrada por: caminos vehiculares, estacionamientos, senderos peatonales

• **Área Recreacional**

Un espacio libre, para que el público descanse y disponga de una infraestructura mínima para compartir; glorietas, miradores.

**B. CENTRO CULTURAL BOTÁNICO**

Las construcciones que albergará el Centro Cultural contará con las siguientes áreas:

• **Área de Educación Ambiental y Divulgación**

*Centro de información al público*

Sala Multiuso para extensión cultural (exhibiciones temporales, conferencias, cine, videos y material audiovisual en general.

*Sala de Animación* ( didáctica) para el trabajo con escolares  
*Biblioteca - Centro de documentación y archivos* (archivo fotográfico de las colecciones vivas del Jardín y otros soportes multimediales)

• **Área de Oficinas**

• **Área de servicios al público**

- Espacio para eventos al aire libre (conciertos, teatros, exposiciones, etc)
- Espacio cubierto y al aire libre para eventos sociales (bodas, cenas, etc)
- Kiosco para venta de objetos y publicaciones relacionadas con plantas.
- Cafetería
- Módulo con Servicios Higiénicos

PLAN DE DESARROLLO DEL PROYECTO

Dada la magnitud de la propuesta de crear un jardín botánico y un centro cultural tanto en términos financieros como desde la perspectiva de la especialización de los recursos humanos que requiere, es necesario realizar una planificación de largo plazo. Se proyecta colocar la primera piedra a fines del año 2004, y la apertura general al público durante el año 2010, coincidiendo con las celebraciones del Bicentenario.

FASES DEL PROYECTO:

**1- Gestación del Proyecto (2000-2001)**

- Elaboración de la propuesta de proyecto
- Presentación de la propuesta a Municipalidad de Vitacura y Parque Metropolitano
- Definición del tipo de organización
- Identificación de socios fundadores
- Elaboración de los estatutos
- Suscripción del Acta Constitutiva de la Corporación
- Tramitación de la Personalidad Jurídica
- Obtención de fondos semilla
- Constitución del Directorio.

**2- Estudios Preparatorios del Proyecto (2001-2002)**

Elaboración de planes, programas, estrategias, políticas y proyectos desarrollados por la Institución :

- Planificación Estratégica
- Estudio de Costos y Factibilidad
- Estudios de Terreno
- Estrategia de Financiamiento
- Estrategia de difusión
- Políticas institucionales
- Proyectos específicos

**3- Implementación del Proyecto**

**Estudios y desarrollo institucional (2003 - 2004)**

- a) Definición e implementación de la estrategia de financiamiento
- b) Establecimiento de convenios con instituciones educacionales
- c) Elaboración de Plan Maestro
- d) Elaboración de las bases del diseño arquitectónico y paisajístico del proyecto
- e) Realización del concurso arquitectónico paisajista

**Construcción (agosto 2004 - diciembre 2006)**

Para hacer viable su ejecución, el Plan Maestro será abordado por etapas. Este se dividirá en varios subproyectos modulares, cuya ejecución se realizará a



medida que se obtenga el financiamiento.

Se proyecta establecer las cinco primeras hectáreas de jardines y el núcleo básico del centro cultural en un plazo de 24 meses. Si bien el establecimiento y consolidación de los jardines requiere de varios años antes de ofrecer un aspecto interesante para su apertura al público general, se crearán áreas de interés específico para poner en marcha las primeras actividades del centro cultural y el jardín botánico, principalmente las que tienen relación con actividades educativas con escolares, experimentación y capacitación.

La definición de las etapas sucesivas se precisará una vez que se elabore el plan maestro.

## FINANCIAMIENTO

El financiamiento de la primera etapa de implementación del Proyecto se obtendrá principalmente de la recaudación de fondos a través de las siguientes modalidades

- La convocatoria de un grupo importante de socios institucionales y corporativos
- La creación de una Agrupación de Amigos del Jardín Botánico Chagual
- Recursos provenientes de la presentación de proyectos a fundaciones y organizaciones nacionales e internacionales
- Convenios de intercambio con instituciones botánicas internacionales
- Recaudación de donaciones en dinero y especies
- Administración de proyectos

Una vez que el Jardín esté abierto al público se obtendrán recursos adicionales a través de

- Convenios con establecimientos educacionales
- Generación de ingresos por boleta de entrada, ventas de souvenirs y otros, arriendo de espacios para eventos.

## COSTOS

Un primer estudio de factibilidad indica que la construcción del Centro Cultural y de las primeras 10 hectáreas del Jardín incluyendo su operación al año 2010 representa un total de 199.077 UF cuyo desglose es el siguiente:

- Costos de construcción 104.890 UF
  - Costos de operación 94.187 UF
- US \$4.833.954 (\$US = \$700mn al 05-05-03)

## IMPORTANCIA SOCIAL DEL PROYECTO

El Jardín Botánico Chagual es un proyecto de largo plazo que requiere integrar la participación de amplios y diversos sectores de la sociedad para desarrollarse, tales como: el sector gubernamental (central, regional y local), instituciones académicas, organizaciones no gubernamentales, empresas privadas, profesionales independientes, agrupaciones de voluntarios, etc.

### Un espacio de integración social

El Jardín Botánico Chagual se erige en una nueva oferta cultural de la ciudad haciéndola más atractiva para el turismo y para sus habitantes. Rescatará 34 ha de paisaje urbano degradado y aportará un nuevo espacio de uso público, que contribuirá al esparcimiento y mejoramiento de la calidad de vida ciudadana.

Asimismo, ofrecerá oportunidades para la participación de la comunidad en programas de trabajo voluntario y otras instancias de integración social.

Generará nuevos empleos para profesionales, técnicos, empleados, trabajadores, etc.

### Un espacio de recuperación patrimonial y fortalecimiento de la identidad.

La existencia de este nuevo espacio público fortalecerá la identidad cultural regional, mediante la exhibición y difusión de un importante aspecto del patrimonio natural y cultural de la nación.

### Un aporte a la sustentabilidad

El proyecto aspira a ser un modelo de complementación arquitectónico-paisajístico ecológicamente sustentable, integrando tecnologías y prácticas demostrativas de sustentabilidad (uso de energía solar, reciclaje de aguas servidas, reciclaje de desechos etc.)

### Espacio de experimentación, ampliación y divulgación de conocimiento.

Este proyecto otorgará una nueva expresión al conocimiento científico acumulado sobre la flora nativa, integrándolo en la definición y conformación de sus colecciones vivas y programas educativos.

Ofrecerá colecciones de plantas vivas y otras colecciones de referencia para investigar, experimentar y ejercer docencia sobre flora nativa de la región, con el fin de divulgar el conocimiento científico en forma grata, amigable y accesible para todo público.

### Notas:

1) Conservation International Foundation., 1998 Annual Report, Washington, D.C.

2) Benoit C Iván L. Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile, Santiago, Chile, 1989.



# EL NUEVO JARDÍN BOTÁNICO DE BARCELONA: UN VIAJE POR LOS MEDITERRÁNEOS DEL MUNDO

*Núria Membrives*

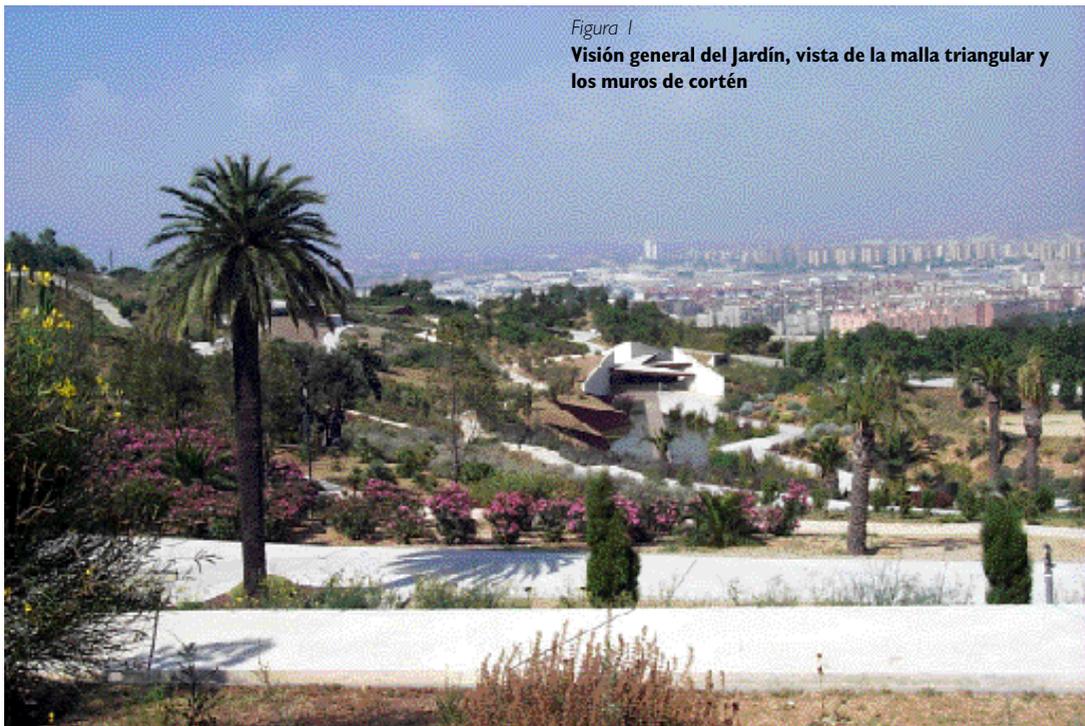
*Directora del Jardí Botànic de Barcelona*

A lo largo de la historia, los jardines botánicos se han concebido para diferentes funciones según el momento de su creación. Los inicios de los jardines botánicos se relacionan con el cultivo de especies con fines medicinales, en otros casos se utilizaron como jardines de aclimatación de plantas exóticas que más tarde se destinarían a Jardines Reales. Durante varios siglos los jardines adoptaron un papel de exposición de plantas al público visitante y variaron los diferentes criterios de ordenación: criterios taxonómicos (donde se agrupaban las especies por familias o géneros), de procedencia geográfica (continentes o países de origen), según formas de vida vegetales (árboles, arbustos, herbáceas, bulbosas...), según las utilidades para el hombre (alimentación, medicinales, tintes, papeleras, fabricación de muebles...).

En el siglo XXI, los jardines juegan un papel muy importante en el campo de la conservación de la biodiversidad. Los jardines en la actualidad son concebidos bajo el concepto de la sostenibilidad. En una sociedad tan pragmática como la que vivimos, la arquitectura de los nuevos jardines botánicos ha de responder a un mantenimiento eficaz. Para la creación de un nuevo jardín, en el momento del diseño es muy importante pensar en un mantenimiento posterior adecuado.

## EL JARDÍN BOTÁNICO DE BARCELONA

El Jardín Botánico de Barcelona se inauguró en abril de 1999, y por lo tanto, es un jardín de reciente creación. Este jardín está ubicado en el Parque de Montjuïc y ocupa una extensión de 14 ha. Se trata de un jardín mediterráneo y representa la vegetación de las cinco regiones del mundo con clima mediterráneo. La superficie terrestre con clima mediterráneo del



*Figura 1*

**Visión general del Jardín, vista de la malla triangular y los muros de cortén**



planeta corresponde a un 1.7 % de la superficie global de la tierra. Estas zonas corresponden en el hemisferio norte a California y la Cuenca Mediterránea, mientras que en el Hemisferio Sur corresponden a Chile Central, el Sur de Sudáfrica y Sur y Sudoeste de Australia.

Para la realización del proyecto del nuevo Jardín Botánico de Barcelona se consideraron diversos aspectos relacionados con la sustentabilidad y el respeto al medio ambiente:

- El jardín está situado en una ladera orientada al sur con un desnivel aproximado de 50 m. El diseño del jardín se basa en una estructura de malla triangular de caminos que ha permitido la adaptación al terreno con el mínimo movimiento de tierra. Para sostener las paredes se construyeron muros de contención en diversos puntos del jardín que se forraron con un material conocido como cortén (que corresponde a una aleación de hierro y cobre).
- El clima suave de la ciudad de Barcelona permite la adaptación de la vegetación mediterránea de todo el mundo y por tanto optimizar los recursos destinados al mantenimiento del jardín. De esta forma se evita la construcción de infraestructuras que tratarían de recrear condiciones ambientales distintas.
- El ahorro de agua es posible gracias a la instalación de un sistema de riego por goteo, que actúa de forma individual para cada ejemplar que lo requiera y que únicamente se acciona cuando el período de sequía se prolonga más de lo esperado.
- Creación del propio compost a partir de restos orgánicos del jardín. El proceso de elaboración del compost que se genera mezcla materia orgánica de origen animal, tierra vegetal, hojas secas y hierba procedente del desbroce del jardín. Se mantiene en unas estructuras de obra con muros separadores

ventilados durante un tiempo y se les remueve periódicamente hasta que se alcanza la fermentación adecuada. Luego es utilizado para la fertilización del jardín.

## CRITERIOS DE ORDENACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LA VEGETACIÓN

El primer criterio utilizado para la ordenación de la vegetación en el nuevo jardín fue la procedencia geográfica de las plantas. La superficie del jardín se dividió

en 8 zonas que corresponden a las regiones mediterráneas de Australia, Sudáfrica, California, Chile y la Cuenca Mediterránea. Esta última se subdividió en tres áreas: el Mediterráneo Oriental, el Mediterráneo Occidental y el Norte de África. Además se representa la flora de las Islas Canarias que corresponde a un tipo de vegetación subtropical con influencias mediterráneas que se considera la vegetación predecesora de la vegetación mediterránea, de forma que puede ayudarnos a explicar relaciones evolutivas.

El segundo criterio de ordenación utilizado corresponde a la agrupación de las especies por afinidades ecológicas en fitoepisodios y por tanto tratando de imitar a las comunidades naturales. Un fitoepisodio es una comunidad de plantas característica de un paisaje, reconstruida artificialmente en un espacio con condiciones hídricas y edáficas similares a las naturales. La idea de fitoepisodio pretende dar una imagen de comunidad dinámica, que evoluciona

constantemente en busca del equilibrio y que ha de llegar a su propia autorregulación. A modo de ejemplo en el Jardín Botánico de Barcelona se representan diversas comunidades de la región mediterránea de Chile que corresponden al robledal, el bosque en galería, el palmeral, el bosque esclerófilo, el matorral esclerófilo,



Figura 1. Banco de germoplasma



Figura 2. Fitoepisodio



Figura 3. Visitas en el Jardín



el matorral xeromórfico, el matorral litoral y el espinal. El tercer criterio de ordenación utilizado fue distribuir los fitoepisodios siguiendo la catena natural, en las partes altas del jardín se representan las comunidades arbóreas, mientras que en el centro y las partes bajas, se representan los matorrales.

Este conjunto de criterios nos lleva a realizar en un recorrido de cerca de 1 km, un viaje por todos los mediterráneos del mundo. Iniciamos el viaje por la zona de Australia, donde vemos la representación del bosque calcícola de la región occidental, lugar donde predominan los géneros *Melaleuca*, *Acacia*, *Eucalyptus* y *Banksia*. Entrando en la zona de Sudáfrica observamos el bosque sudoriental, donde destacan especies del género *Erythrina*, *Ficus*, *Encephalartos* y *Maytenus*... y siguiendo el camino principal el fitoepisodio que representa la comunidad del Fynbos, donde predominan especies de las familias proteáceas, ericáceas, restionáceas y compuestas. Introduciéndonos en la zona de Chile, podemos ver en primer lugar una gran formación de *Acacia caven* formando el fitoepisodio del Espinal, y se destacan unos ejemplares de la palmera *Jubaea chilensis* a pie del camino. Las comunidades de California actualmente representadas en el jardín corresponden a las comunidades más áridas como son la Comunidad de yucas y la comunidad de las zonas semidesérticas con ejemplares de la palmera *Washingtonia filifera*. Respecto a la Cuenca Mediterránea podremos recrearnos observando los bosques de cedros del Atlas como muestra de una comunidad del Norte de África, y del Matorral calcícola de la zona del Mediterráneo Occidental. Finalizando ya la visita nos introducimos en las Islas Canarias, repletas de una exuberante vegetación muy variada e interesante (ver Figura 2- Fitoepisodio) por su exclusividad. Podemos observar la formación del pinar canario con ejemplares del pino endémico de las islas y las comunidades arbustivas del cardonal-tabaibal, donde se representa un mosaico de especies de los géneros *Euphorbia*, *Limonium*, *Argyranthemum*, entre otros muchos...

## PAPEL DE LOS JARDINES BOTÁNICOS EN LA SOCIEDAD

Con el paso del tiempo los jardines botánicos han jugado papeles distintos según las necesidades sociales del momento. Actualmente, gran parte de la población vive en ciudades y sus habitantes distan de conocer los recursos naturales que les ofrece un entorno un poco alejado del día a día. Los jardines botánicos tienen

mucho que decir al respecto. ¿Qué ofrece un jardín botánico?

- Ser un recurso útil para la sociedad. Un jardín botánico es un centro de exposición de colecciones vegetales, donde se ofrece la posibilidad de aprender a conocer las plantas, pasear entre ellas y disfrutar de los paisajes. Como museo de colecciones es muy importante disponer de una correcta señalización informativa.

- Ser un lugar de participación y dinamización socio-cultural. Un jardín botánico ofrece la posibilidad de realizar actos sociales por parte del propio jardín, o bien ofrecer el espacio para que se realicen actos públicos y privados que provengan de iniciativas externas. Figura 3 (actividades en el jardín)

- Ser un recurso educativo donde se programan actividades escolares. A su vez, actúa como centro de divulgación de la ciencia y sensibilización al ciudadano en torno a temas de biodiversidad, conservación y sostenibilidad. Y finalmente, es un centro de referencia con técnicos especialistas para resolver las consultas relacionadas con la botánica y la jardinería.

Para responder a las demandas de divulgación educativa, el Jardín Botánico de Barcelona está elaborando una visita autoguiada. Con esta actividad se propone un estudio no solamente de plantas y su organización, sino se trabajarán otros aspectos históricos, evolutivos y antropológicos que permitan relacionar la vegetación con la cultura y la evolución mediterránea. Los aspectos considerados son: la estructura de los bosques mediterráneos, las adaptaciones de la vegetación a los incendios, las adaptaciones a los períodos de sequía, los matorrales, el origen de la cultura mediterránea, los usos de las plantas, la evolución de la vegetación, la conservación de la biodiversidad y la vegetación de ambientes húmedos. Con este amplio abanico de temas se ofrece al visitante una rica información que le puede resultar más atractiva y provechosa que incidir exclusivamente en aspectos botánicos y de organización de los vegetales en su estado natural.

- Ser un centro de conservación y experimentación. La exposición de colecciones de especies donde se representa la variabilidad de las poblaciones permite conservar estas poblaciones naturales fuera de su lugar natural. Representación *ex situ* de poblaciones naturales. Se crea de esta forma una reserva genética que cumple la misión de ser un banco de semillas *in vivo* que permite mantener la diversidad de las poblaciones. A su vez, la representación de poblaciones permite llevar a cabo estudios de ecología, de dinámica de poblaciones, de conservación, de fisiología vegetal, de interacción con polinizadores... y hacernos preguntas como: ¿Cuáles son



las áreas mínimas que necesita una población para sobrevivir? ¿Cuál es la evolución de las densidades de las especies dentro de las comunidades?, ¿Cómo evoluciona la variabilidad morfológica y genética de las poblaciones?... Nace de esta forma una nueva concepción de jardín botánico con un valor eurístico que nos permite generar hipótesis, hacer preguntas y buscar respuestas.

- Gestionar el Banco de Germoplasma, que permite mantener en forma de semillas representaciones de poblaciones naturales. Con ello se trata de salvaguardar las especies más amenazadas para posibles planes de recuperación. Figura 4 (Banco de Germoplasma)

Para desempeñar este papel de investigación científica, el jardín botánico acoge la sede del Instituto Botánico, que es un centro mixto Ayuntamiento de Barcelona y Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Está prevista la finalización de las obras para la primavera de 2003. Este hecho comportará una complementación de líneas de investigación que permitan al jardín desempeñar las funciones de conservación de biodiversidad que debe realizar.

- Establecer colaboraciones con jardines botánicos y otras instituciones relacionadas con los temas objetivos de cada uno de los jardines botánicos. Con ello se consigue estar implicado en una estrategia global para la que hemos de luchar conjuntamente si queremos conseguir los resultados esperados. En los tres años desde la creación del Jardín Botánico de Barcelona hemos conseguido un convenio con el Jardín Botánico Nacional Viña del Mar (Chile) gracias al cual obtenemos semillas y planta de la región central de Chile. Y como colaboraciones disponemos del asesoramiento del Ingeniero agrícola chileno Friederich Maximilian, con el cual estamos mejorando las comunidades chilenas representadas en el jardín. Han sido destacables las colaboraciones desde el inicio, de los jardines botánicos Marimurtra de Blanes (Girona, España) y el Jardín Botánico Canario "Viera y Clavijo" de Las Palmas de Gran Canaria (España). Y finalmente, estamos iniciando colaboraciones con el Jardín Botánico de Sollers (Mallorca, España) y el Jardín Botánico de Valencia (España) para el diseño y construcción de las zonas de endemismos baleares y valencianos respectivamente.

Para conseguir establecer más relaciones principalmente en el ámbito internacional, Barcelona se ha puesto un gran reto que tiene fecha en el 2004. Se trata de una presentación del jardín a nivel mundial. Barcelona acogerá la celebración del 2º Congreso Internacional de Jardines Botánicos bajo el título *Jardines Botánicos -*

*Un Mundo de Recursos y Patrimonio para la Humanidad.*

Este congreso brindará la oportunidad a todos sus participantes de compartir e intercambiar información, actualizarse en las mejoras e innovaciones técnicas de jardinería, conservación de especies, investigación científica, técnicas de información, horticultura, gestión de jardines públicos y planes estratégicos entre otros temas.

## LOS PROPÓSITOS DEL JARDÍN BOTÁNICO DE BARCELONA PARA LOS PRÓXIMOS 4 AÑOS

Para finalizar me gustaría resumir los objetivos a corto o largo plazo que se están desarrollando o se desarrollarán en un futuro desde el Jardín Botánico de Barcelona:

- Incrementar y consolidar la vegetación del Jardín con el reto de conseguir una de las mejores colecciones de vegetación mediterránea del mundo.
- Equipar el jardín de la señalización que garantice la información al público visitante.
- Consolidar un programa de investigación en el campo de la conservación conjuntamente con el Institut Botànic de Barcelona.
- Gestionar el Banco de Germoplasma y planificar criterios de prioridades en la conservación de las especies amenazadas de nuestro país.
- Desarrollar un programa completo de actividades educativas para el público en general y para la formación reglada en escuelas, universidades y otros centros institucionales.
- Ampliar las colaboraciones con otros jardines botánicos y otras instituciones.

Por último me gustaría resaltar en una idea que no podemos descuidar. Los países mediterráneos tenemos la suerte de disfrutar de un clima privilegiado durante todo el año. La presencia humana está teniendo consecuencias en la destrucción de hábitats naturales mucho más importantes que en otras regiones del mundo. Por ello, en la medida de lo posible, los jardines botánicos, y principalmente los jardines mediterráneos, tenemos la responsabilidad de conservar nuestro entorno natural. Un jardín botánico ha de enseñar a conocer y apreciar la diversidad vegetal y esto, sin duda, nos conducirá a nuevas generaciones de personas sensibilizadas al respeto y estima del patrimonio natural.



## LA VISIÓN DE UN JARDÍN BOTÁNICO EN EL SIGLO XXI: LA EXPERIENCIA DEL JARDÍN BOTÁNICO DE VALDIVIA



**Carlos Ramírez García**

Instituto de Botánica, Universidad Austral de Chile, Casilla 567,  
Valdivia, Chile. cramirez@uach.cl

Fig. 1: **Entrada al Jardín Botánico de Valdivia, después de la nevada de 1991**

¿Qué es un Jardín Botánico? Lo que diferencia a un Jardín Botánico de un parque es su labor de educación, lo que se conoce también como extensión. De ahí que actualmente los Jardines Botánicos se podrían definir como "instituciones destinadas a incrementar el conocimiento y la comprensión del Reino Vegetal, para asegurar un mejor manejo de los recursos naturales y reducir la tasa de destrucción tanto de las hierbas, arbustos y árboles". Hoy en día las plantas están siendo afectadas, al igual que los seres humanos, los animales y todos los organismos vivos de la tierra, por los llamados cambios ambientales globales. Fenómenos como el efecto invernadero y la reducción de la capa de ozono ciertamente afectan a las plantas a escala global, y por

ello es que se han incrementado las iniciativas de conservación *in situ* y *ex situ* en todo el mundo. El cambio climático global se aprecia incluso en lugares templado-húmedos como la ciudad de Valdivia: el año 1991 nevó por primera y única vez en la historia (Fig. 1), pero es esperable que estos fenómenos sean a futuro más frecuentes. El problema es que estos son cambios impredecibles, en gran medida producto de la acción del Hombre sobre los ecosistemas.

Por lo tanto es evidente la necesidad de potenciar la labor de conservación que cumplen los Jardines Botánicos, especialmente a través de su labor educativa. En la "Guía del Jardín Botánico de Valdivia" se puede leer lo siguiente: "Estamos convencidos que la crisis ecológica actual se debe más que nada al



desconocimiento de la naturaleza que tiene la mayoría de la población. Los hombres aman y protegen solo aquello que les es conocido” (Ramírez, 1983). La misión principal de un jardín botánico es precisamente esa: la de dar a conocer el patrimonio florístico y vegetacional del país. Y resulta paradójico que los países que poseen una mayor riqueza florística, poseen menor cantidad de jardines botánicos. El año 1996 en Chile sólo había 4 jardines botánicos. El Skottsberg en Punta Arenas, Hualpén en Concepción, el Jardín Botánico Nacional de Viña del Mar y el de la Universidad Austral de Chile, en Valdivia. Además, de esos 4 jardines hoy en día tenemos en perspectiva el Jardín Botánico de la Universidad de Talca y por supuesto, el Jardín Botánico Chagual.

### EL JARDÍN BOTÁNICO DE VALDIVIA

Ubicado en el Campus de la Isla Teja en la Universidad Austral, en las riberas del río Cau-Cau, este Jardín Botánico fue creado en 1957. Con 11 ha de superficie, es de propiedad de la Facultad de Ciencias de la Universidad Austral de Chile.

La Fig. 2 muestra un plano general del Jardín. Cada uno de los números representa una sección diferente, ya sea de carácter botánico, etnobotánico, ecológico y fitogeográfico (San Martín, 1998).

Entre las secciones botánicas, la sección sistemática es

la más importante. El Sistema de las Angiospermas es algo tradicional en todos los jardines botánicos. Se comenzó a trabajar con varios esquemas de clasificación del Reino Vegetal. Primero las grandes Clases: Dicotiledóneas y Monocotiledóneas con sus Subclases Superórdenes y Ordenes. Para construir el Sistema seleccionamos los Ordenes principales de cada Subclase. Pero también había que seleccionar aquellas especies que se pudieran cultivar en la región valdiviana. Por último se logró seleccionar los Ordenes de cada Subclase: Con esa lista se diseñó un cuadro evolutivo como el que muestra la Figura 2. Es un árbol, que en el terreno tenía el tamaño de un campo de fútbol más o menos. En la base se colocaron las plantas más primitivas que originaron a las Angiospermas. Las ramas del árbol eran los senderos y las hojas, círculos donde se cultivaban las plantas seleccionadas de cada Orden. Al seguir el sendero de la derecha, se seguía la línea evolutiva hacia las Monocotiledóneas y los otros senderos, correspondían a las distintas líneas evolutivas de las Dicotiledóneas (Fig. 2). Cada una de las hojas de este árbol correspondía a un grupo, donde en una circunferencia de unos 4 metros, colocábamos las plantas correspondientes, de manera que cuando uno se pasea por este árbol, a medida que va avanzando hacia el extremo de las ramas, va avanzando en la evolución del Reino Vegetal (San Martín 1994).

El diseño original se ha mantenido con algunas



variaciones y con muchas dificultades debido a la rápida expansión de las malezas.

La Fig. 3 muestra el esquema de la sección de plantas medicinales, que es una de las secciones que se ha conservado muy bien hasta hoy en día. Allí utilizamos un material formado por conchas de moluscos para consolidar el suelo. Se trató de hacer este jardín de plantas medicinales con alrededor de 100 a 120 especies, aunque increíblemente, las plantas tóxicas han resultado difíciles de cultivar. Por ejemplo el Latué (*Latua pubiflora*) es una planta muy difícil de mantener. Las mismas tupas (*Lobelia tupa*, *L. bridgessii*), por ejemplo, son muy difíciles de reproducir.

La sección de plantas cultivadas que da mucho trabajo, pues cada año hay que volverla a instalar. La sección representa las plantas que se cultivan en la región, en pequeños huertos demostrativos. Ello es de mucha utilidad para los estudiantes básicos y medios. Muchos de ellos han tenido una enorme sorpresa al saber que las papas no crecen en los supermercados.

En secciones ecológicas se han aprovechado muchos lugares que ya estaban en el jardín, por ejemplo, de plantas acuáticas distribuidas en varias pequeñas lagunas de las riberas del río Cau-Cau.

En secciones florísticas se diseñaron varias, algunas de

las cuales fracasaron. La sección de Helechos consistía en un hualve, es decir, un bosque pantanoso de Mirtáceas, muy bonito cuyo sotobosque fue llenado con helechos. Posteriormente se hicieron unas construcciones y el terreno fue drenado. Consecuencia: el hualve se secó y desaparecieron esos helechos. Hubo cerca de 80 especies de Helechos cultivadas en esa sección.

La sección de *Nothofagus* (Robles y Coihues), tiene bien representados los *Nothofagus* chilenos y algunos neozelandeses, actualmente amenazados por el progreso. Está la sección de Mirtáceas, de aproximadamente 40 especies provenientes de todo Chile.

En la sección de plantas con problemas de conservación, se cultiva por ejemplo *Valdivia gayana* (valdivia) y *Corynabutilon ochsenii* (huella chica), una especie en franco peligro de extinción, ya que está restringida a los escasos rodales del Bosque de Roble-Laurel-Lingue de la depresión intermedia de la IX y X Región.

Las secciones fitogeográficas resultaron un gran desafío, especialmente para representar dunas, marismas, estepas, formaciones vegetales muy interesantes y

Fig. 2: Esquema del Sistema de las Angiospermas del Jardín Botánico de Valdivia.

- M = Magnoliopsida (Dicotiledóneas):  
 M = Magnoliidae: 1 = Magnoliales, 2 = Laurales,  
 3 = Nymphaeales, R = Ranunculidae:  
 4 = Ranunculales, 5 = Papaverales,  
 H = Hamamelididae: 6 = Hamamelidales,  
 7 = Urticales, 8 = Fagales, C = Caryophyllidae:  
 9 = Polygonales, 10 = Caryophyllales,  
 11 = Plumbaginales, D = Dilleniidae: 12 = Dilleniales,  
 13 = Theales, 14 = Ericales, 15 = Primulales,  
 16 = Violales, 17 = Malvales, 18 = Euphorbiales,  
 19 = Thymelaeales, 20 = Capparales, 21 = Cucurbitales,  
 22 = Salicales, Ro = Rosidae: 23 = Saxifragales,  
 24 = Rosales, 25 = Fabales, 26 = Myrtales,  
 27 = Celastrales, 28 = Geraniales, 29 = Proteales,  
 A = Asteridae: 30 = Dipsacales, 31 = Gentianales,  
 32 = Scrophulariales, 33 = Lamiales,  
 34 = Campanulales, 35 = Asterales, L = Liliaopsida  
 (Monocotiledóneas): A = Alismatidae: 36 = Alismatales,  
 L = Liliidae: 37 = Liliales, 38 = Iridales, 39 = Orchidales,  
 Ar = Arecidae: 40 = Typhales, Co. = Commelidae:  
 41 = Bromeliales, 42 = Juncales, 43 = Cyperales,  
 44 = Restionales, 45 = Poales.

Las terminaciones indican los siguientes taxa:  
 -opsida = Clase, -idae = Subclase, -ales = Orden.



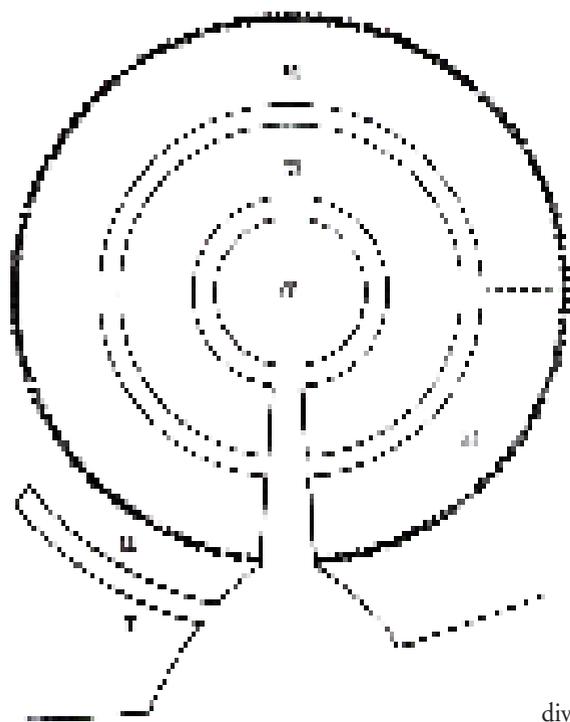


Fig. 3: Sección de Plantas Tóxicas y Medicinales del Jardín Botánico de Valdivia. 1 = Subarbustos y hierbas de montaña medicinales, 2 = Hierbas medicinales, 3 = Arbustos y árboles medicinales, 4 = Plantas palustres medicinales, 5 = Plantas tóxicas.

extremas. Algunas resultaron. Por ejemplo, una turbera alta subantártica. Fue un trabajo enorme de llenado de grandes contenedores de plástico con turba, experimento que demoró mucho y que tuvo una difícil mantención antes de ser invadido por las malezas.

La sección del Andinum, aún se conserva bastante bien en el jardín. También la sección de ñadis, que son suelos con presencia de un horizonte impermeable que permanecen anegados en invierno y se secan en verano. Las zonas altas de laderas se han utilizado para cultivar plantas de Chile central, como especies leñosas de los bosques esclerófilos y también los *Nothofagus* de la región. Los ejemplares de *Puya chilensis* (Chagual) son un orgullo del Jardín.

Está además la sección de Bosque Valdiviano, prácticamente todo lo que es perennifolio de los bosques del sur de Chile está representado en esta sección.

El jardín posee un Herbario (VALD) con cerca de 15.000 ejemplares que sirve de apoyo para la labor

sistemática de determinación y clasificación botánica. También se realiza intercambio de semillas y se edita un Catálogo de Semillas cada dos años.

En cuanto a la mantención, en la época de apogeo se contaba con once jardineros, lo cual estaba de acuerdo con los estándares internacionales más exigentes: un jardinero por hectárea, además de dos técnicos y un encargado de los viveros. También cooperaban en la mantención los científicos que usaban el Jardín como laboratorio para sus experimentos. Hoy en día ya no se cuenta con nada de eso. El Jardín pasó a depender de la Dirección de Servicios de la Universidad, que lo maneja más con criterios de parque que de jardín botánico. Es que la mantención es un problema de recursos económicos pero también de gestión. Estos son problemas que enfrenta cualquier jardín botánico. Por ello es deseable el mayor éxito en la gestión del Jardín Botánico Chagual, en su difícil desafío de conservar la rica diversidad vegetal de la zona mediterránea de Chile.

En el Jardín Botánico Chagual se deberían representar los bosques de Chile central (palmar, ribereño, pantanoso, esclerófilo y caducifolio maulino). También es un tema interesante el de la degradación del bosque esclerófilo, que pasa por un matorral esclerófilo, espinal, espinal degradado, y termina en un matorral de chilca. También creo que sería importante reproducir llaretales, cactales y puyales, así como dunas, pantanos y formaciones acuáticas en pequeñas piscinas.

#### Bibliografía

- Ramírez C. 1983. *Guía del Jardín Botánico de Valdivia*. Instituto de Botánica, Universidad Austral de Chile, Valdivia. 65 p.
- San Martín C. 1994. *El jardín Botánico de Valdivia*. *El árbol... nuestro amigo* 9 (1): 6-11.
- San Martín C. 1998. *The ecological approach to plant conservation in Botanic Gardens - The experience of the botanic garden in Valdivia, Chile*. *Botanic Gardens Conservation News* 10 (2): 39-41.



# MANEJO DE COLECCIONES BOTÁNICAS EN EL JARDÍN BOTÁNICO NACIONAL, VIÑA DEL MAR

**Marcia Ricci**

Directora del Jardín Botánico Nacional, Viña del Mar, Chile.  
bioricci@yahoo.com

**D**ada la tasa actual de deterioro ambiental, los Jardines Botánicos adquieren mayor protagonismo pues son las instituciones más apropiadas para desarrollar programas de Conservación biológica, Investigación científica y Educación Pública.

En el caso del Jardín Botánico Nacional, ubicado en la ciudad de Viña del Mar, sus objetivos son:

- (i) desarrollar colecciones de plantas bien documentadas,
  - (ii) realizar investigación científica con énfasis en biología de la conservación y técnicas de propagación,
  - (iii) tener un papel preponderante en conservación biológica,
  - (iv) desarrollar programas de educación pública,
  - (v) abierto al público para su recreación, tendiendo a fomentar una educación informal del mundo vegetal.
- Para este Jardín Botánico, que se creó teniendo como base un Parque donado para experimentación agrícola por don Pascual Baburizza, no se dispone de registro

Fig. 1: Jardín de las Islas Oceánicas





de un gran número de especies, tanto nativas como exóticas. Es así que sólo en 1992 se comenzó con la primera colección: Cactaceas, y luego se adicionó la flora endémica del Archipiélago de Juan Fernández (Fig. 1) y de geofitas monocotiledóneas petaloideas.

Los Jardines Botánicos son primero y ante todo colecciones de plantas vivas, que difieren de otros jardines por cuanto el conocimiento acerca de las plantas es su misión básica, la cual debe reflejarse en un sistema bien organizado de registro y de información sobre el origen, taxonomía, distribución, etc.

La información acerca de las plantas que deben poseer los Jardines Botánicos es esencial para la utilización de ellas en: conservación biológica, uso científico y para horticultura. Esta información debe mantenerse de manera organizada y sistemática y de fácil acceso para todos los usuarios del Jardín.

Las colecciones botánicas pueden mantenerse o crearse en un Jardín Botánico dependiendo de los objetivos y políticas de éste, y pueden en general agruparse en:

- a.- Colecciones temáticas: plantas aromáticas, plantas medicinales, etc
- b.- Colecciones sistemáticas: Clase Pteridophyta, Orden Rosales, etc.

## ADQUISICIÓN DE MATERIAL

Antes de adquirir el material se debe tener claro el objetivo de esta nueva colección, o el incremento de una colección ya existente. Las colecciones de plantas vivas pueden incrementar o crearse a partir de:

### a) Colecta de Campo

De esta manera se accede a una mayor cantidad de información, condiciones de hábitat, distribución espacial de las poblaciones naturales, estructura de tamaño de las poblaciones naturales, flora y fauna asociada, etc. Así, se puede realizar un muestreo ecogeográfico, estudiando de forma prioritaria las especies y áreas de mayor riesgo. Las características del hábitat son básicas para diseñar los ensayos de propagación en vivero, para el establecimiento de plántulas y viverización. Posteriormente, permitirán un mejor manejo de la colección.

Otro punto a tener en consideración se refiere a la técnica de colecta, a como se transporta el material, el tiempo de demora desde la zona de colecta hasta el vivero, las técnicas de almacenamiento y limpieza del material. La Ficha N°1 resume los datos de colecta de material de campo usado en el Jardín Botánico Nacional. Así, una buena colecta de campo permite

asegurar una mayor diversidad genética inicial de la colección.

### b) Intercambio

Esta forma de incrementar la colección permite enriquecer ésta con individuos colectados por otros investigadores. Se debe solicitar la mayor cantidad de información, suficiente como para llenar la mayor cantidad de casilleros de la Ficha N° 1. También es importante saber si se dispone de hermanos, medio – hermanos, u otras relaciones de parentesco, y en qué lugar se encuentra.

### c) Donaciones

Esta modalidad de incremento, o creación, de colecciones es bastante usual. Sin embargo, es la más compleja dado que el general, trae poca información (si la tiene) acerca del origen de las plantas. Tampoco se tiene certeza acerca de la pureza taxonómica de cada individuo. Por lo anterior, cada vez que se acepte una donación, cada individuo debe quedar claramente identificado y etiquetado.

## IDENTIFICACIÓN, MANTENCIÓN Y MANEJO DE COLECCIONES

### a) Etiquetas

Los individuos ingresan a vivero para su cultivo en éste, marcándose cada una de las unidades de siembra. Las etiquetas en este caso son de plástico, con número de acceso que corresponde al de la Ficha de colecta de campo. Cada una de las unidades de siembra tiene su propia ficha individual, que se corresponde a través de su número de acceso con la Ficha N° 1 mostrada.

Cada una de éstas se almacena en archivadores en el vivero y luego traspasadas a archivos MS Excel. En este caso, se agrega a la información: porcentaje de germinación, velocidad de emergencia, sustrato usado, técnica de propagación empleada, manejos culturales, etc. Las plantas que ingresan a la colección, que no son todas las que se establecen, se etiquetan de manera permanente, en aluminio y grabado con pantógrafo:

VINAD + N° acceso    nombre científico

N° acceso    año    N° individual

Esta información se almacena en archivos



computacionales, agregando su ubicación en el invernadero / vivero / jardín.

**b) Manejos Culturales**

Independiente de donde se ubique la colección, debe llevar siempre su etiqueta permanente, el cual permitirá una rápida comunicación con su historia individual y su respaldo de herbario. Se debe tener un control riguroso para no extraviar o cambiar las etiquetas y cada cierto tiempo se debe revisar el nombre de la planta a través de referencias de la literatura y otros materiales científicos. A lo anterior se debe disponer de un riguroso seguimiento de los manejos culturales que reciben las plantas: régimen de riego, fertilizaciones, etc. Este

seguimiento incorpora, a veces, muestras fotográficas de cada individuo. Todos estos datos se incorporan a la Hoja de Vida de la planta a través de su número de acceso.

Al momento de la floración y fructificación se debe controlar que no se produzcan hibridaciones entre los taxones. Este manejo de colecciones requiere disponer de personal adecuado y estrenado para que tanto la información requerida, para corto y largo plazo (incluido siglos) sea de la mejor calidad. Es importante recordar que estas colecciones serán multipropósito: educación, conservación e investigación científica.

Toda la información disponible, a través de su número de acceso, se incorpora a BG-recorder.

FICHA N° 1: COLECTA DE CAMPO

N° ingreso: \_\_\_\_\_

Fecha de colecta: \_\_\_\_\_

Nombre científico : \_\_\_\_\_

Nombre vernacular : \_\_\_\_\_

Familia – Orden : \_\_\_\_\_

Nombre de Colector: \_\_\_\_\_ N° respaldo herbario: \_\_\_\_\_

Lugar de colecta : \_\_\_\_\_ Coordinadas: \_\_\_\_\_

Se colectó como: \_\_\_\_\_

— planta completa      — hijuelo      — bulbo      — rizoma

— semilla/espora      — esqueje/patilla/estaca

Características del Hábitat: \_\_\_\_\_

Tipo de suelo: \_\_\_\_\_

Inclinación: \_\_\_\_\_

Vegetación acompañante: \_\_\_\_\_

Fauna presente: \_\_\_\_\_

Estado sanitario de la planta: \_\_\_\_\_

Número de individuos de la especie presente en el área: \_\_\_\_\_

Característica etaria de la población: \_\_\_\_\_

Modo de transporte hacia el vivero: \_\_\_\_\_

Fecha de llegada al vivero: \_\_\_\_\_



# LAS COMUNIDADES VEGETALES DE CHILE CENTRAL

**Sebastián Teillier**

Escuela de Ecología y Paisaje, Universidad Central de Chile, e-mail: steillier@chlois Chile.cl

La creación de un jardín botánico para la ciudad de Santiago es un hecho que reviste mucha importancia en términos de la conservación y la difusión del conocimiento sobre las plantas. Este artículo da una mirada a las comunidades que forman la vegetación de Chile central, donde se inserta la ciudad de Santiago. Las comunidades vegetales naturales pueden servir de referencia para la realización del diseño del jardín botánico, al menos, en el sector en que se mostrará la diversidad de comunidades vegetales naturales de Chile mediterráneo.

## LAS VARIACIONES DEL CLIMA DE TENDENCIA MEDITERRÁNEA EN CHILE

### *Los límites*

Se considera como clima de tipo o tendencia mediterránea al de un área donde las precipitaciones se concentran en los meses más fríos (invierno) y existe un período de déficit hídrico que coincide con los meses del verano (Di Castri 1964, Di Castri & Hajek 1976). Estos autores señalan al paralelo 25° S como el límite norte del clima mediterráneo en Chile. Respecto de la extensión del área con clima de tendencia mediterránea hacia el sur, se cita corrientemente a los 40° S, sin embargo, evidencias de déficit hídrico se registran, en forma continua, sólo hasta la localidad de Loncoche (39, 23° S).

### *Temperatura, pluviometría y aridez en la gradiente latitudinal*

Si el área que se encuentra bajo la influencia del clima de tendencia mediterránea, en los términos de la definición inicial, se extiende entre los 25° (Di Castri, 1964) y los 40° S, se podría esperar una amplia variabilidad climática intramediterránea. Esto se cumple, pero sólo en parte.

Las diferencias en las temperaturas medias entre los extremos señalados (25-40° S) alcanza sólo a 3.2 ° C, lo que explica la presencia de bolsones de bosques termófilos, explicados por condiciones de microclima, tan al sur como el grado 40° (La Unión). La diferencia entre las temperaturas mínimas alcanza, a su vez, a los 4.7 ° C.

Donde la gradiente norte-sur es importante, es en la cantidad de precipitaciones y asociadas a ellas, en la duración del período de déficit hídrico del verano. Variables muy importantes que explican, en gran medida, la distribución de las comunidades vegetales.

### *La gradiente de aridez*

Los índices que dan cuenta de la aridez son un buen descriptor de la variación en la distribución de la flora y la vegetación. Al respecto, el índice de Emberger (Di Castri y Hajek 1976) muestra que existe una importante variación del índice, que va desde unos 63.54 (Quintero, 32° S) hasta 348.27 en Puerto Domínguez (38° S). Estos datos explican la variación zonal, latitudinal, de los climas mediterráneos propuestos por Di Castri & Hajek (1976).

El océano es un factor moderador de la aridez. En efecto, en Talca (35° S), situado en la Depresión Intermedia, hay condiciones de aridez más severas que San Antonio (33° S); del mismo modo, Temuco (ca. 39° S) presenta una mayor aridez que Talcahuano, puerto situado en los 38° S. Esta diferenciación permite que los bosques litorales y de la cordillera de la costa, situados en las exposiciones polares y poniente, presenten especies que en la Depresión Intermedia aparecen notablemente más hacia el sur, como por ejemplo, *Nothofagus macrocarpa* a los 32° S y elementos de bosque valdiviano como *Laureliopsis philippiana* y *Eucryphia cordifolia*, en la Reserva Nacional de Contulmo, a los 38° S.

### *La gradiente en la altitud complica los patrones latitudinales*

Las variaciones del clima en Chile mediterráneo se complican si además se consideran las variaciones aportadas por la gradiente en altitud, las que, dadas las condiciones de relieve del país, resultan decisivas para



la distribución de la vegetación. Chile es un país de montañas; y lo es también el área con clima de tendencia mediterránea.

Desde el punto de vista de la geomorfología, a partir de los 32° S (cca), las unidades principales de relieve son las terrazas litorales, la cordillera de la costa (hasta 2.200 m altitud), la Depresión Intermedia o Valle Central y la cordillera de los Andes (hasta cca. 7.000 m altitud) condiciones que se mantienen a lo largo de toda la zona considerada como mediterránea. Estas características del relieve, dan lugar a un paisaje extremadamente accidentado (rugoso) con escasas planicies y una gran superficie ocupada por cerros y montañas.

Importantes diferencias de microclima se originan en las diferencias de exposición de las laderas. La cordillera de la costa, a su vez, genera *rain shadows* que generan condiciones de aridez al oriente de la misma. Ambas situaciones complican aún más la zonalidad en la distribución de las comunidades de plantas.

En los términos de la distribución de la flora y la vegetación, la gradiente latitudinal condiciona la aparición de los pisos de altitud, descritos en los trabajos de Meigen (1893); Quintanilla (1980, 1983, 1987); Hoffmann & Hoffmann (1982); Villagrán *et al.* 1982, 1983); Hoffmann 1992; Cavieres (2000) y Romero (2002).

### LA FLORA DE CHILE MEDITERRÁNEO

Respecto de la flora, Arroyo & Cavieres (1997) señalan que Chile mediterráneo alberga unas 2.500 especies, de las que un 46 % son endémicas de Chile. Esto refleja el aislamiento en que se produjo su evolución desde una paleoflora tropical, terciaria (Troncoso, 2001), a partir de la que se diferenciaron las especies de los géneros arbóreos dominantes en las formaciones actuales tales como las lauráceas, *Cryptocarya* y



**Figura 1:**  
Distribución del bosque esclerófilo en Chile  
Modificado de Gajardo (1994)

*Beilschmiedia* cuya distribución principal se encuentra en ambientes más tropicales, y se diferenciaron especies de géneros endémicos como *Peumus* (Monimiaceae) o actualmente disjuntos, con distribución en Chile y ambientes neotropicales sur-sudamericanos como *Kageneckia* (Chile-Perú), *Quillaja* (Chile-Brasil), *Lithrea* (Chile-Argentina), *Azara* (Chile-Bolivia, Argentina y Uruguay) y *Crinodendron* (Chile-Argentina y Bolivia).

Otro rasgo interesante de la flora de los bosques esclerófilos, es la presencia de un importante número de geófitas cuyos géneros y especies constituyen taxa endémicos de la zona mediterránea de Chile tales como *Leucocoryne*, *Solaria*, *Gethyum*, *Gilliesia* (Alliaceae), *Placea* (Amaryllidaceae), *Trichopetalum* (Anthericaceae), *Solenomelus* (Iridaceae), *Conanthera* y *Tecophilea* (Tecophilaceae) (Navas, 1973; Marticorena, 1990).

### LA VEGETACIÓN DE CHILE MEDITERRÁNEO

Una de las principales características de las comunidades vegetales de Chile central es un acentuado endemismo, especialmente en lo que concierne a los bosques.

Las principales comunidades de vegetación serían:

- Las comunidades de bosque y los estadios de sucesión derivados de su alteración.
- Los matorrales de las laderas ecuatoriales
- Los bosques espinosos
- Los matorrales subandinos
- Los matorrales bajos, andinos
- Las comunidades de la tundra andina



## Los bosques mediterráneos

Los tipos de formaciones forestales que se consideran con más frecuencia en la literatura corresponden a:

- Bosques esclerófilos, siempreverdes
- Bosques caducifolios de *Nothofagus*.

Según los datos del Catastro del Bosque Nativo (1999) los bosques nativos ocupan cerca de un 16 % de la superficie del país. Los bosques mediterráneos son apenas un 10 % de ellos. La cifra está obviamente subestimada pues no considera como “bosques” a los “matorrales arborescentes” derivados de la tala de los bosques y de la considerable frecuencia de los incendios. En la literatura sobre la vegetación mediterránea de Chile, para el caso del bosque esclerófilo, existe una importante controversia. La mayor parte de ellos han sido clasificados, siguiendo la tendencia de la escuela norteamericana, como “matorrales esclerófilos” (Mooney *et al*, 1970; Armesto & Martínez, 1978; Rundel, 1981; Arroyo, 1999). Esta nomenclatura se explica por la aplicación quizá un tanto forzada de conceptos aplicados a la vegetación de California. Entre los que han mantenido la calificación de bosques para la vegetación arbórea, esclerófila de Chile Central, se encuentran Oberdorfer (1960) y Gajardo (1994).

### 1. Los bosques esclerófilos, siempreverdes

#### Límites

Estos bosques poseen un área de distribución prácticamente continua, que se extiende entre los 32° y 38° S y en forma discontinua, hasta los 40° S (Figura 1).

#### Tipos de bosque esclerófilo

Los tipos de bosque esclerófilo han sido sujetos de numerosos intentos de clasificación; la siguiente propuesta es una síntesis que sigue principalmente a Oberdorfer (1960) y Gajardo (1994).

Ordenados en un gradiente de requerimientos hídricos, y de tolerancia a la altitud, los principales tipos serían:

#### a. Bosque de *Beilschmiedia miersii* y *Cryptocarya alba*

Es un tipo de bosque muy denso, que crece en las laderas más húmedas de la cordillera de la costa, donde benefician de las neblinas marinas que actúan como precipitaciones encubiertas. Asociadas a *Beilschmiedia miersii* (Lauraceae) y *Cryptocarya alba* (Lauraceae), se encuentran árboles como *Lithrea caustica* (Anacardiaceae) y *Peumus boldus* (Monimiaceae); además, se encuentran especies de distribución limitada como *Citronella mucronata* (Icacinaceae), *Aextoxicon punctatum* (Aextoxicaceae) o *Dasyphyllum excelsum* (Asteraceae). El bosque de belloto del norte se encuentra solo en el litoral y los contrafuertes de la cordillera de la costa de la V Región.

#### b. Bosque de *Cryptocarya alba* y *Peumus boldus*

Es el tipo de bosque con mayor distribución en la cordillera de la Costa, además, a partir de cca. 34° S ocupa también las laderas polares de los cerros bajos de la cordillera de los Andes. *Peumus boldus* (Monimiaceae) es una especie arbórea, que ha sido muy utilizada como planta medicinal, alcanza en forma discontinua hasta la latitud 40° S, *Cryptocarya alba*, a su vez, forma pequeños bosques en las laderas boreales hasta la latitud de 39° S.

#### c. Bosque de *Lithrea caustica* y *Quillaja saponaria*

Corresponde al tipo de bosque de más amplia distribución y abundancia en el área mediterránea, entre 32° y 38° S. En el norte del área es una formación de laderas de cerros, tanto de la cordillera de la costa (interior), como de la de los Andes; hacia el sur, ocupa la Depresión Intermedia, para ceder paso a los bosques



**Figura 2:**  
Distribución del bosque caducifolio en ambientes mediterráneos de Chile. Modificado de Gajardo (1994)



caducifolios al sur de los 38 S.

Es probable que se trate de una formación naturalmente poco densa, donde los árboles crecen dejando espacios que son ocupados por arbustos y hierbas. Junto a *Lithrea caustica* (Anacardiaceae) y *Quillaja saponaria* (Rosaceae), crecen árboles como *Kageneckia oblonga* (Rosaceae), *Azara dentata* y *Schinus molle* (Anacardiaceae); arbustos, frecuentemente caducifolios de verano, como *Podanthus mitiqui* (Asteraceae), y un estrato herbáceo rico y denso, con especies nativas y algunas alóctonas, asilvestradas.

Una interesante variante de este tipo de bosque la constituyen algunos pocos relictos de *Austrocedrus chilensis* (Cupressaceae), conífera, que crece con *Lithrea caustica* en los cerros de la cordillera de los Andes, sobre 1.500 m altitud (Schlegel, 1962; Gajardo, 1994).

*Jubaea chilensis* es la única palmera nativa de Chile y posiblemente la más austral del mundo. Crece en el bosque esclerófilo costero, encontrándose en forma discontinua entre los 32° S y 35° S. La explotación de las palmas para beneficiar la savia ha diezariado sus poblaciones y se hacen esfuerzos por recuperarlas. Se encuentra entre las especies en peligro de extinción (Benoit, 1989).

#### d. Bosque de *Kageneckia angustifolia*

Estos bosques constituyen el límite altitudinal del bosque esclerófilo en las cordilleras. *Kageneckia angustifolia* (Rosaceae), es un árbol siempreverde, que en ocasiones puede alcanzar hasta 10 m altura. Se trata de un bosque claro, donde la especie crece dejando espacios entre los que crecen arbustos de distribución sub-andina, como *Schinus molle* (Anacardiaceae), *Guindilia trinervis* (Sapindaceae) y *Colliguaja integrissima* (Euphorbiaceae). El bosque ha sido muy utilizado por los pastores trashumantes que llevan el ganado hacia la altura en verano. La especie dominante ha tenido que ser puesta bajo protección (Benoit, 1989).

## 2. Los bosques caducifolios de *Nothofagus* (Nothofagaceae)

Los bosques caducifolios que crecen en el ambiente mediterráneo de Chile son incluidos en virtud que se encuentran en localidades que presentan más de 2 meses de déficit hídrico. Su distribución se muestra en la Fig. 2. De acuerdo con los datos del Catastro de Bosque Nativo (1999), el bosque caducifolio mediterráneo alcanza a un 7% de los bosques nativos de Chile.

La propuesta de síntesis de la clasificación de estos bosques sigue en lo principal a Gajardo (1994), pero considera también los aportes de Oberdorfer (1960) y San Martín *et al.* (1984, 1985, 1987).

#### a. Bosque caducifolio de *Nothofagus macrocarpa*

Se trata de un bosque montano, cuya distribución comprende islotes situados en cumbres de la cordillera de la costa, sobre 1.500 m, entre los cerros La Campana (Villaseñor & Serey, 1982) y los Altos de Cantillana (Romero, 2002). Ocupa una situación ambiental intermedia entre el bosque esclerófilo y la estepa alto-andina mediterránea.

La especie dominante es acompañada por elementos subandinos como *Schinus molle* (Anacardiaceae), *Berberis montana* (Berberidaceae) y especies acompañantes de distribución más amplia como *Azara petiolaris* (Flacourtiaceae) y *Ribes punctatum* (Grossulariaceae).

La condición de bosque relictos, del último período glacial de estos bosques, ha sido ampliamente sostenida por numerosos autores partiendo por Looser (1937). Sin embargo, ésta condición debe ser reestudiada a la luz de nuevos antecedentes sistemáticos que otorgaron la categoría de especie a *Nothofagus macrocarpa*, cuyas poblaciones eran consideradas como una subespecie de *N. obliqua*, una especie que actualmente se encuentra más al sur cuyo rango de distribución boreal deberá ser revisado.

#### b. Bosque caducifolio de *Nothofagus obliqua*

Este tipo de bosque se distribuye en las cordilleras desde los 34° S, internándose por la Depresión Intermedia hacia los 36° S. Como se ha dicho anteriormente, el límite norte de su distribución debe ser reestudiado a partir de la instauración de *N. macrocarpa* como una al rango de especie. Estos bosques pueden ser vistos como una transición entre los mundos mediterráneo y temperado.

Existen subtipos como el Bosque Caducifolio de la Montaña y de la Precordillera (Gajardo, 1994) y el Bosque Caducifolio del Llano, Gajardo 1994).

#### c. Bosque caducifolio de *Nothofagus alessandrii*

*N. alessandrii* es una especie endémica de Chile, de distribución muy estrecha. Esta comprende sólo la cordillera de la costa, donde las poblaciones de la especie alcanzan apenas a unos 100 km de distribución lineal, entre 35 y 35.50° S. Actualmente su distribución está, además, fragmentada por plantaciones de especies exóticas, especialmente de



*Pinus radiata*. Tal condición ha hecho que *N. alexandrii* sea considerada una especie en peligro de extinción (Benoit, 1989). Los bosques han sido estudiados por San Martín *et al.* (1995).

**d.** Bosque caducifolio de *Nothofagus glauca*  
*N. glauca* es, también, una especie endémica de Chile mediterráneo. Este tipo de bosque presenta una distribución algo más amplia que los anteriores, encontrándose en ambas cordilleras entre 150 y 1.500 m altitud y entre 34° y 36 ° S.

Presenta dos subtipos (Gajardo 1994, San Martín *et al.* 1996). En una superficie considerable de su distribución, especialmente en la cordillera de la costa, ha sido reemplazado por plantaciones de árboles exóticos, razón por la que se la considera una especie “vulnerable” (Benoit, 1989).

### Los matorrales de las laderas ecuatoriales

Hacia el norte del área con influencia del clima mediterráneo, se encuentran comunidades propias de las estepas y matorrales del denominado “Norte Chico”. Estas formaciones arbustivas penetran en las laderas boreales hasta ca. 34. 3° S, en ellas participan árboles pequeños como *Porlieria chilensis* (Zygophyllaceae), arbustos siempreverdes como *Colliguaja odorifera* (Euphorbiaceae), *Haplopappus* spp. (Asteraceae) y *Senecio* spp. (Asteraceae) o caducifolios como *Flourensia thurifera* (Asteraceae) y *Lobelia* spp. (Lobeliaceae) y suculentas de los géneros *Neoporteria*, *Echinopsis* (Cactaceae) y *Puya* (Bromeliaceae).

### Los bosques espinosos

Otra formación proveniente desde el norte del país es el bosque espinoso, denominado sabana o incluso estepa (Pisano 1965), dominado por las mimosáceas, *Acacia caven* y *Prosopis chilensis*, ésta última casi extinta al sur de Santiago, en tanto que la primera ha avanzado hasta la línea del paralelo 38, volviéndose muy frecuente en sitios alterados.

### Los matorrales subandinos

Los matorrales subandinos realizan la transición entre la vegetación montana y la propiamente andina. Las especies dominantes corresponden a arbustos de hasta 200cm de altura. Las especies dominantes corresponden a *Guindilia trinervia* (Sapindaceae), *Colliguaja integerrima* (Euphorbiaceae) y *Gymnophyton isatidicarpum* (Apiaceae) (Muñoz *et al.* 2000). Forma

mosaicos con el bosque de *Kageneckia angustifolia* y a menudo lo reemplazan cuando es talado. La distribución de la formación se extiende entre las cuenca andinas de los ríos Limarí y Teno.

### Los matorrales bajos, andinos

Los matorrales andinos están conformados por arbustos de no más de 50cm de altura. Incluyen varias asociaciones diversas en las que predominan especies como *Mulinum spinosum* (Apiaceae), *Tetraglochin alatum* (Rosaceae), *Anarthrophyllum cumingii* (Fabaceae), *Nassauvia* spp. (Asteraceae). De acuerdo con Muñoz *et al.* (2.000), crecen de preferencia en un rango de altitud entre 2.000 y 2.700m. Este tipo de vegetación se encuentra entre las cuencas de los ríos Choapa y Tinguiririca.

### Comunidades de la tundra andina

Las formaciones de la tundra andina están dominadas por especies leñosas que forman cojines como *Laretia acaulis* (Apiaceae), *Anarthrophyllum andicola* (Fabaceae) y *Azorella madreporica* (Apiaceae), entre las que crecen gramíneas y otras hierbas perennes. El límite superior de estas comunidades alcanza cerca de 3.800 m. Los límites de este tipo de vegetación son similares a la de la anterior.

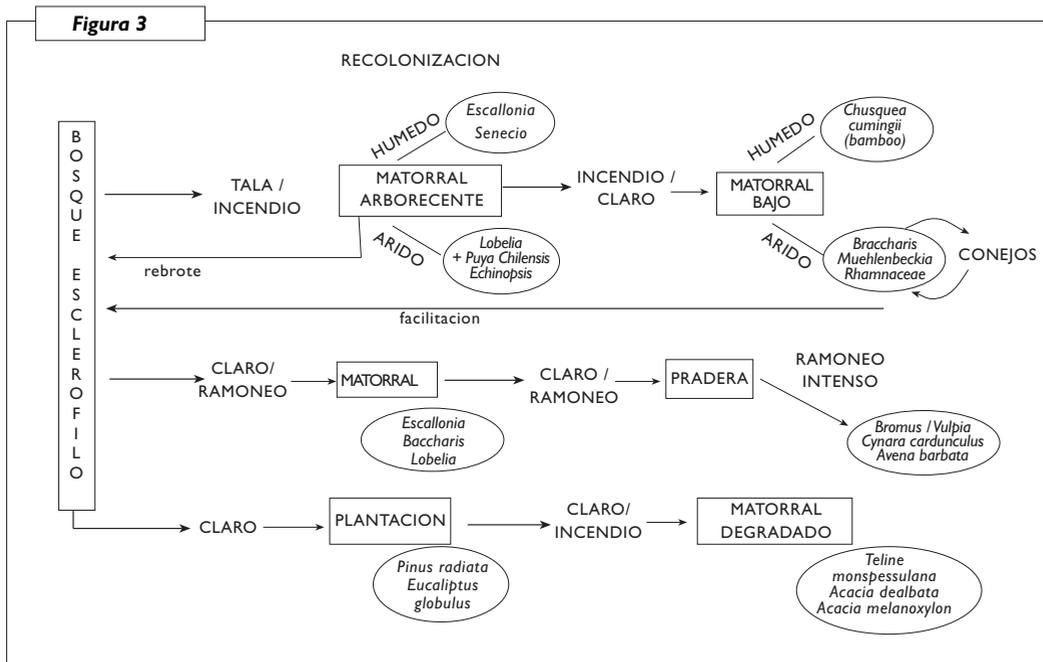
## DINÁMICA DE LOS BOSQUES MEDITERRÁNEOS

En este capítulo revisaremos las dinámicas generadas a partir de causas externas (Ivan, 1979) –es decir, perturbaciones–, correspondientes por lo general a la acción del ser humano sobre el bosque. La dinámica “natural” de los bosques, generada por causas internas (Ivan, 1979), es poco conocida. Son escasos los estudios de sucesiones de largo plazo en bosques de tipo mediterráneo en nuestro país. Por tal razón, en este artículo no abordaremos esos aspectos.

### La dinámica de los bosques esclerófilos

#### *Capacidad de rebrote*

La mayoría de los árboles y muchos de los arbustos del bosque esclerófilo poseen la capacidad de rebrotar luego de un incendio o una tala; por ello se procede a destronar los terrenos para abrir espacios a la ganadería o la agricultura. Esta capacidad de rebrote se debe a la presencia de lignotúberes (Montenegro *et al.* 1983) y ha jugado a favor de la conservación de



las comunidades. Desde el punto de vista de la estructura, sin embargo, solo en algunos árboles como el quillay el rebrote termina con un individuo de arquitectura semejante al quemado o talado; en la mayoría, se genera un individuo con semejante a un arbusto. Esto genera la característica "matorralización" habitual en el paisaje de Chile Central.

### La omnipresencia del conejo europeo

(*Oryctolagus cuniculus*)

La influencia del conejo en la dinámica de los bosques mediterráneos se relaciona con el consumo de las plántulas de los árboles. Se indica que la probabilidad de vida de una plántula de una leñosa, en un lugar no protegido de los conejos, es de apenas de dos meses (Jaksic & Fuentes, 1988, Holmgren, 2000).

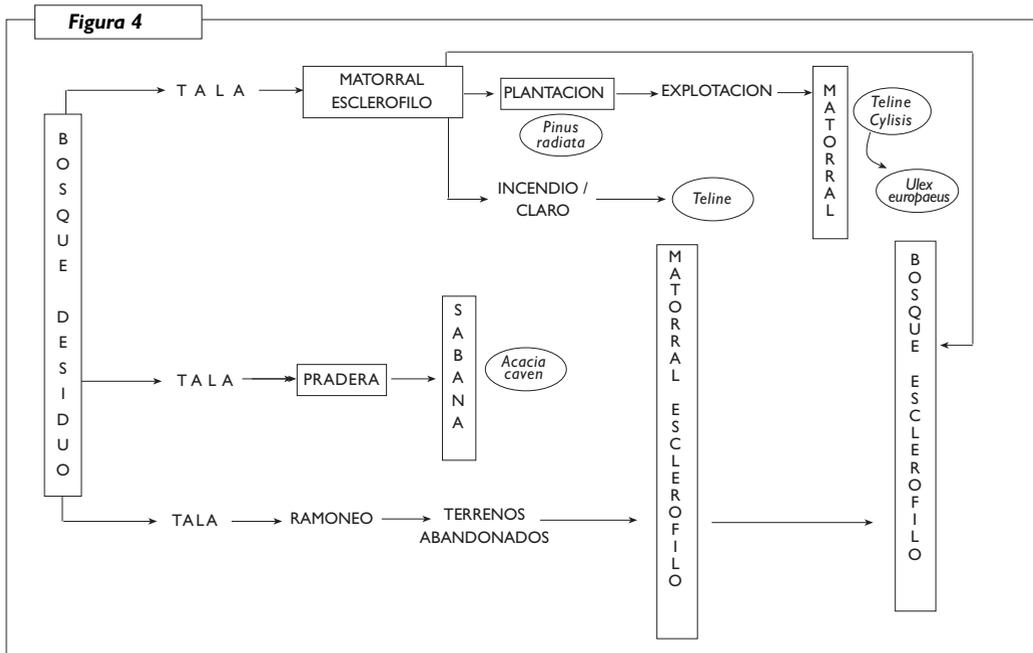
No se sabe la fecha de la introducción del conejo a Chile, pero en el siglo XIX ésta se recomendaba como recurso alimentario y fuente de pieles. A partir de 1960, numerosos trabajos dan cuenta del daño que las poblaciones del conejo en Chile estaban causando a la vegetación nativa, e incluso a las plantaciones forestales y agrícolas.

### 1. Dinámicas de sucesión, una propuesta

Un esquema de la dinámica de los bosques esclerófilos mediterráneos de Chile se muestra en la Fig. 3. El

esquema representa una síntesis de las propuestas de Balduzzi *et al.* (1982), Armesto & Pickett (1985) y Gajardo (1994), así como observaciones del autor.

Luego de una tala o un incendio, los bosques dan paso a un matorral. La apertura del dosel, a su vez, abre paso a una invasión de los claros por gramíneas bambusoides como *Chusquea cumingii* (Poaceae), especialmente en ambientes húmedos y de árboles o arbustos heliófilos como *Escallonia* spp. (Escalloniaceae), *Retanilla* spp. (Rhamnaceae) o *Senecio denticulatus* (Asteraceae), los que desaparecen en la medida en que el dosel se vuelve a cerrar. Si se realizan actividades de pastoreo los claros aumentan de tamaño y aparecen especies resistentes como *Cestrum parqui* (Solanaceae), en ambientes más mésicos, o *Lobelia excelsa*, en ambientes más xéricos. Cuando se destinan los terrenos a la ganadería, si se han dejado árboles originales para sombra se mantiene un bosque tipo "parque". Las praderas pastoreadas son colonizadas por *Acacia caven* ("espino"), un árbol manejado en forma de arbusto por su persistente corta para la obtención de carbón. En el estrato herbáceo crece una mezcla de hierbas nativas e introducidas. Esta fase, muy frecuente y persistente en el tiempo, ha sido descrita como "sabana de espinos" o "espinal". En los terrenos abandonados por la agricultura y sometidos a cargas bajas de pastoreo, se produce una invasión por especies leñosas pioneras como *Baccharis linearis* y *Muehlenbeckia hastulata*. Tal como han



postulado Armesto y Pickett (1985), esas especies sirven de nodrizas para la colonización posterior por especies de árboles que presentan propágulos dispersados por animales tales como *Lithrea caustica* y *Maytenus boaria* o viento, como *Quillaja saponaria* y *Kageneckia oblonga*. La presencia de los conejos, sin embargo, dificulta o imposibilita la recolonización debido a la pérdida de las plántulas de los árboles.

### Dinámica de los bosques caducifolios

#### Dinámica de los bosques de *Nothofagus* del Maule

La dinámica de los bosques maulinos de *Nothofagus* ha sido estudiada por San Martín y Ramírez (1995). Los factores desencadenantes de las sucesiones son también humanos y semejantes a los factores que actúan en el bosque esclerófilo. Un aspecto particular en la zona del Maule son las masivas plantaciones forestales con especies exóticas. Éstas comenzaron en los años 70, en terrenos agrícolas erosionados o praderas degradadas, pero en los años 80 se plantó una importante cantidad de hectáreas previa destrucción de los remanentes de los bosques caducifolios de *Nothofagus*, especialmente en la cordillera de la Costa.

#### Dinámica de los bosques de *Nothofagus obliqua*

Si bien la colonización de esta zona fue más tardía que la de las anteriores, el bosque presenta un

importante estado de degradación, especialmente en la Depresión Intermedia y la cordillera de la costa. Los principales factores que han generado las dinámicas de estos bosques son la apertura de terrenos para la agricultura y la ganadería, la explotación de árboles madereros como *Laurelia sempervirens* (Monimiaceae) y *Persea lingue* (Lauraceae) y, posteriormente, la plantación de *Pinus radiata* y *Eucalyptus spp.*, factores del todo similares a los de regiones de más al norte. En los años 80, una buena parte de ellos —considerados “improductivos”—, fueron sustituidos por plantaciones de exóticas. Hoy, en la Depresión Intermedia y en vastos sectores de la cordillera de la costa, este bosque definido como el bosque caducifolio de La Frontera (sensu Gajardo, 1994), constituye prácticamente un bosque relicto.

Desde el punto de vista de potenciales dinámicas progresivas, no se observa recuperación del bosque a partir de praderas o terrenos de cultivo abandonados; cuando ello ocurre, se generan comunidades muy persistentes en el tiempo, con dominancia de especies nativas como *Chusquea quila* (Gramineae-Bambusoideae) o árboles y arbustos alóctonos, asilvestrados como *Acacia dealbata*, *Rosa rubiginosa*, *Rubus ulmifolius*, *Ulex europaeus* (Figura 4).

### Referencias bibliográficas

Armesto, J. & S.T.A. Pickett. 1985. Mechanisms of succession in



- the chilean matorral. *Rev. Chilena de Historia Natural* 58 (1): 9-17.
- Armesto, J.J. & J. Martínez. 1978. Relations between vegetation structure and slope aspect in the Mediterranean region of Chile. *Journal of Ecology*, 66: 881-889.
- Arroyo, M.T.K. & L. Cavieres. 1997. The mediterranean type-climate flora of central Chile- GAT do we know and how can assure its protection?. In Timmerman & Montenegro Eds. *Taller Internacional: Aspectos ambientales éticos, ideológicos y políticos en el debate sobre la bioprospección y uso de recursos genéticos en Chile*.
- Balduzzi, A.; R. Tomaselli, I. Serey & R. Villaseñor. 1982. Degradation of the mediterranean type vegetation in central Chile. *Ecologia Mediterranea*. Vol. 8. 223-240.
- Benoit, I. 1989. *Libro rojo de la flora terrestre de Chile*. CONAF. Santiago de Chile. 157 pp.
- Cavieres, L.
- CONAF-CONAMA . 1999. *Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile*. 88 pp.
- Di Castri, F. & E. Hajek. 1976. *Bioclimatología de Chile*. Eds. Vicerrectoría Académica de la P. Universidad Católica de Chile. 127 pp.
- di Castri, F. 1968. *Esquisse ecologique du Chili*. In: *Biologie de l'Amerique Australe*. CNRS. Paris. Vol. IV.
- Gajardo, R. 1994. *La vegetación natural de Chile*. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 165 pp.
- Hoffmann, A. J. & A.E. Hoffmann. 1982. Altitudinal ranges of phanerophytes and chamaephytes in central Chile. *Vegetatio* 48: 151-163.
- Holmgren, M. 2000. Exotic herbivores as drivers of plant invasion and switch to ecosystem alternative states. *Biological Invasions* 4:25-33.
- Ivan, D. 1979. *Fitocenologie si vegetatia Republicii Socialiste România*. Ed. Didactica si Pedagogica. 332 pp.
- Jaksic, F & E. Fuentes. 1988. El conejo español; ¿un convidado de piedra? In: Fuentes, E. & S. Prensafa Eds. *Ecología del paisaje en Chile Central*. Ediciones Universidad Católica de Chile. 89-101.
- Looser, G. 1937. Vegetación y cambio de clima en Chile Central en tiempos geológicos recientes. *Revista Sudamericana de Botánica* 3(4-6) 115-118.
- Martcorena, C. 1990. Contribución a la estadística de la flora vascular de Chile. *Gayana Botánica* 47 (3-4): 85-113.
- Meigen, F. 1893. *Skizze der vegetationverhältnisse von Santiago in Chile*. *Bot. Jahr. Syst.* 17: 199-294.
- Montenegro, G; G. Avila & P. Schatte. 1983. Presence and development of lignotubers in shrubs of the chilean matorral. *Canadian Journal of Botany* 61: 1804-1808.
- Mooney, H. 1977. Convergent evolution in Chile and California Mediterranean climate ecosystems. *Dowden Hutchinson & Ross, Stroudsburg, Pennsylvania*.
- Muñoz, M., A. Moreira, C. Villagrán & F. Luebert. 2000. *Caracterización florística y pisos de vegetación en los Andes de Santiago, Chile central*.
- Navas L.E. 1973-1979. *Flora de la Cuenca de Santiago de Chile*. Ed. Universitaria. Santiago de Chile (3 vols.).
- Oberdorfer, E. 1960. *Pflanzensoziologische Studien in Chile*. In: *Flora et Vegetatio Mundi* 2: 1-208.
- Pisano, E. 1965. Zonas Biogeográficas, en Fuenzalida, H: *Geografía Económica de Chile*. CORFO Santiago. pp. 62-80.
- Quintanilla, V. 1980. Observaciones fitogeográficas en la alta cordillera de Santiago. *Revista geográfica de Chile Terra Australis* 24:15-26.
- Quintanilla, V. 1983. *Biogeografía*. In: *Geografía de Chile*, Vol. III. Instituto Geográfico Militar. Santiago de Chile. 250 pp.
- Quintanilla, V. 1987. *Carta fitogeográfica de Chile mediterráneo*. *Contribuciones científicas y tecnológicas (área geociencias) IV* Univ. Santiago de Chile.
- Romero, F. 2002. *Caracterización de la flora y la vegetación andina del cordón Altos de Cantillana, cordillera de la Costa, Región Metropolitana*. *Monografía de la escuela de Ecología y Paisajismo*. Universidad Central de Chile. Santiago. 88 pp.
- Rundel, P.W. 1981. The matorral zone of central Chile. In: F. Di Castri; D.W. Goodall & R. L. Speck, eds., *Elsevier Scientific Publ., Amsterdam* 175-201.
- San Martín, J. & C. Ramírez. 1987. *Fitosociología de los Nothofagus de la zona mesomórfica chilena*. *Bosque* 8:121-125.
- San Martín, J. & C. Ramírez. 1995. *Estructura florística e impacto antrópico en el bosque maulino de Chile*. In: J.J. Armesto, C. Villagrán & M.K. Arroyo: *Ecología de los bosques nativos de Chile*. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 154-168.
- San Martín, J., H. Figueroa & C. Ramírez. 1984. *Fitosociología de los bosques de ruil (Nothofagus alessandrii Espinosa) en Chile central*. *Revista Chilena de Historia* 57: 171-200.
- San Martín, J., H. Figueroa, D. Contreras & C. Ramírez. 1985. *Clasificación de los bosques de Nothofagus de la Séptima Región de Chile*. *Archivos de Biología y Medicina Experimentales*, 18:167.
- Schlegel, F.M. 1962. Hallazgo de un bosque de ciprés de la cordillera en la provincia de Aconcagua. *Boletín de la Universidad de Chile* 2: 43-66.
- Troncoso, A. 2001. *Historia de la flora chilena durante el Cretácico superior y Terciario, en relación a la flora actual*. In: Muñoz, M; H.
- Núñez & J. Yáñez Eds. CONAF. Chile. 173-178.
- Villaseñor, R. & E.I. Serey. 1982. *Estudio fitosociológico de la vegetación del cerro La Campana ( Parque Nacional La Campana) en Chile Central*. *Atti Ist. Bot. Univ. Pavia*, 6(14): 69-91.



# LA FLORA DE CHILE CENTRAL Y SU PROTECCIÓN: ANTECEDENTES Y PRIORIDADES PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL JARDÍN BOTÁNICO CHAGUAL

**Mary T. K. Arroyo<sup>(1)</sup>, Denise Rougier, Fernanda Pérez, Patricio Pliscoff & Kester Bull**

*Millennium Center for Advanced Studies in Ecology and Research on Biodiversity, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Casilla 653, Santiago, Chile. <sup>(1)</sup>e-mail: southern@abello.dic.uchile.cl*

La conservación y uso sustentable de la biodiversidad, sin lugar a dudas, constituye uno de los mayores desafíos que enfrenta la humanidad. Numerosos estudios científicos han puesto de manifiesto que la sustentabilidad ecológica del planeta depende de la biodiversidad. Es tanto el interés en esta problemática que hoy día la relación entre biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas es un tema central en las ciencias ecológicas y ambientales (Loreau *et al.* 2001).

Aunque no es totalmente claro si la sustentabilidad aumenta a medida que haya más especies en el ecosistema, no queda duda que los organismos vivos, desde los microorganismos hasta las plantas y animales superiores, en conjunto, determinan la productividad de los ecosistemas, controlan los ciclos de nutrientes y modulan la composición y condiciones atmosféricas (Lubchenco *et al.* 1991). Además de proveer numerosos servicios ecosistémicos, la biodiversidad proporciona una incalculable fuente de bienes para la humanidad, junto con un substrato irremplazable para la recreación y bienestar espiritual. Sin embargo, la destrucción y alteración de los ecosistemas naturales sigue a tasas preocupantes. Remitiéndonos a Latinoamérica, hacia el año 2032, según uno de los escenarios propuestos por el Programa de Naciones Unidas por el Medio Ambiente (UNEP), se estima que cerca de un 80 % de los ecosistemas prístinos y su biodiversidad estarían

fuertemente alterados, lo que implicaría un aumento de 30 % con relación a la situación en 2002.

Es ampliamente reconocido que los jardines botánicos constituyen un recurso de gran valor para la conservación de la biodiversidad, así también para la educación ambiental, educación para la sustentabilidad, y la investigación científica. Si bien los primeros jardines botánicos nacieron más bien con objetivos estéticos y económicos, actualmente los jardines botánicos son “instituciones que mantienen colecciones documentadas de plantas vivas para los propósitos de investigación científica, conservación, exhibición y educación” (Wyse Jackson 1999, Wyse Jackson & Sutherland 2000).

Desde hace tiempo el concepto de un jardín botánico, como un enclave para proteger y mostrar plantas con características raras, o de extrema belleza, ha desaparecido. En particular, los jardines botánicos, cada día cobran más relevancia para la conservación de la biodiversidad. Junto con las áreas protegidas permiten la conservación de plantas vivas. Siendo localizados frecuentemente en, o cerca de las grandes urbes, los jardines botánicos permiten que sectores importantes de la población tengan un contacto directo con la naturaleza de su país. Por cierto, para muchas personas, un jardín botánico puede constituir el único lugar para tomar contacto con el mundo natural. Dentro de este contexto, el establecimiento del Jardín Botánico Chagual es una iniciativa de gran valor y constituye un avance importante para la ciudad de Santiago, y para Chile y todos sus ciudadanos.

El jardín botánico reconocido como el más antiguo del mundo es el Jardín Botánico de Padua, Italia. Creado en 1545, este jardín contenía principalmente plantas medicinales y económicas. En 1854 el número de plantas cultivadas en el jardín llegó a 16.000. Actualmente, se estima que existen unos 2.178 jardines



«Jardines Botánicos son instituciones que mantienen colecciones documentadas de plantas vivas para los propósitos de investigación científica, conservación, exhibición y educación»

botánicos en el mundo, repartidos en 153 países. A pesar de su gran riqueza florística, sólo 123 (5,6 %) (Figura 1) de estos jardines se ubican en Sudamérica (con 12 % de la superficie terrestre). Lamentablemente, el aporte de Chile (Figura 1) en cuanto a jardines botánicos no es destacable en el escenario sudamericano. De hecho, el número de jardines correspondiente a Chile en la Figura 1 está sobrestimado por la inclusión de por lo menos un jardín "de papel" y varias pequeñas colecciones de plantas en algunas universidades.

CHILE CENTRAL: UN "HOTSPOT" MUNDIAL DE LA BIODIVERSIDAD CON PRIORIDAD DE CONSERVACIÓN

Es importante destacar que el establecimiento de un jardín botánico con fines de conservación, educación e investigación a la latitud de Santiago (33° S) cobra relevancia global. Santiago está ubicado en la zona de clima mediterráneo. Se estima que las cinco zonas de clima mediterráneo del mundo (ubicadas en California, SO y SE de Australia, la cuenca Mediterránea, el Cabo de Sudáfrica y Chile central), las que en conjunto constituyen menos del 5 % de la superficie terrestre, albergan cerca de 20 % de la flora mundial (Cowling *et al.* 1996). Debido a su biodiversidad notable, tanto para plantas como para animales, en un artículo seminal en la prestigiosa revista "Nature", Chile central ha sido

designado entre los 25 "Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities" (Myers *et al.* 2000, ver también Arroyo *et al.* 1999) del mundo. Un "Hotspot" es un área que contiene una riqueza de especies y/o números de especies endémicas sobresalientes respecto del promedio.

Las peculiaridades de las distribuciones geográficas de las especies de plantas en Chile central, los patrones del uso de la tierra, y la gran concentración de la población entre las IV y VIII Región hace poco probable que todas las especies de la flora de Chile central puedan ser conservadas *in situ*. Incluso, la destrucción de algunas formaciones vegetacionales es tan severa, que la cuasi extinción o extinción completa de algunas especies es más que probable. De allí la importancia de la creación del Jardín Botánico Chagual, y de otros jardines botánicos existentes y en desarrollo. Todos estos jardines botánicos, bien planificados y administrados, pueden jugar un papel fundamental en rescatar y lucir la maravillosa biodiversidad de Chile central.

En este trabajo, nuestro propósito principal es dar a conocer las características de la flora de Chile central, proponiendo a su vez algunas prioridades en cuanto al plan de adquisiciones del nuevo jardín botánico. Finalmente, nos tomamos la libertad de hacer algunos comentarios de orden más general.

CARACTERÍSTICAS DE LA FLORA DE CHILE CENTRAL

Para su tamaño territorial, y considerando que está ubicado principalmente en latitudes templadas, Chile se caracteriza por una gran diversidad de tipos de vegetación. Una comparación del número de ecoregiones versus superficie territorial demuestra que

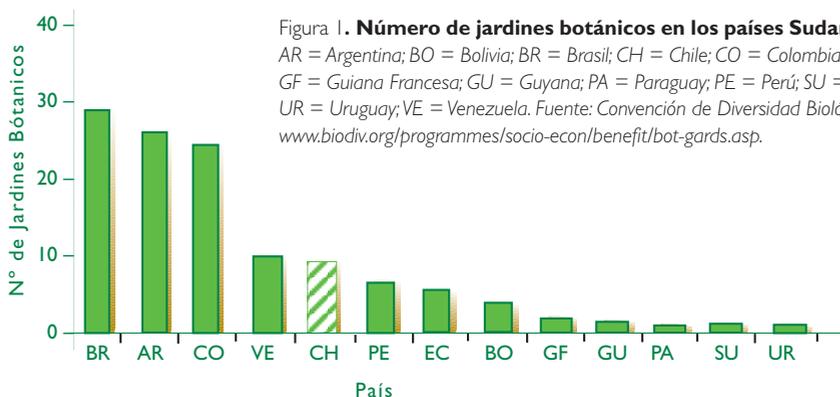


Figura 1. Número de jardines botánicos en los países Sudamericanos. AR = Argentina; BO = Bolivia; BR = Brasil; CH = Chile; CO = Colombia; EC = Ecuador; GF = Guayana Francesa; GU = Guyana; PA = Paraguay; PE = Perú; SU = Surinam; UR = Uruguay; VE = Venezuela. Fuente: Convención de Diversidad Biológica: [www.biodiv.org/programmes/socio-econ/benefit/bot-gards.asp](http://www.biodiv.org/programmes/socio-econ/benefit/bot-gards.asp).

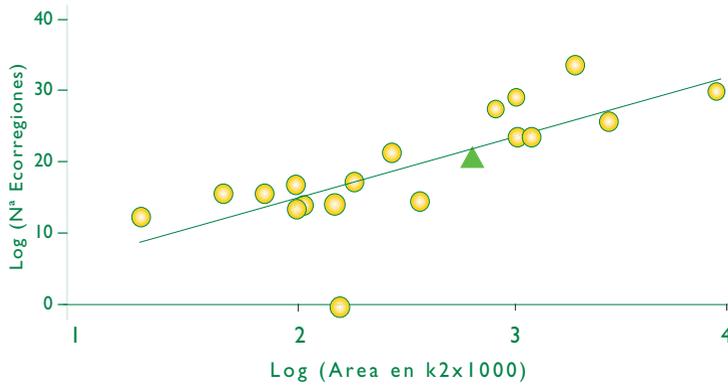


Figura 2. Relación (escala Log-Log) entre número de Ecorregiones y área territorial considerando tanto los países templados como tropicales de América Latina. Ecorregiones según Dinerstein et al. (1995).

Chile =?. Los países que se ubican muy por encima de la línea presentan diversidad vegetal mayor en relación con lo esperado para su área territorial, en tanto que los países que se ubican muy por debajo de la línea presentan diversidad vegetal menor a lo esperada en relación con su área territorial.

Chile es más rico vegetacionalmente que algunos países tropicales (Figura 2). Efectivamente países como Perú, Surinam, Nicaragua, Brasil y Honduras presentan menos diversidad de vegetación en relación a su superficie territorial. La riqueza en cuanto a tipos de vegetación alcanza un máximo en la zona de clima mediterráneo de Chile central, y es aquí donde también se hallan el mayor número de especies de plantas vasculares.

La flora de la zona mediterránea de Chile central (30° - 38° S) está constituida por una mezcla de elementos neotropicales antiguos y elementos nuevos que experimentaron una rápida evolución a partir de la instalación del clima mediterráneo en Chile central hace unos 15 millones de años en el Terciario Superior (Arroyo et al. 1995). Geográficamente, la zona de clima mediterráneo propiamente tal está ubicada entre los desiertos de lluvia de invierno en el norte, y los bosques templados del sur. Fluctuaciones en la intensidad del frente polar (responsable de las precipitaciones en Chile central) en el pasado han determinado un escenario ecológico y evolutivo muy dinámico en Chile central, con el enriquecimiento de la flora mediante elementos de ambos extremos de la zona (Villagrán 1995). Así, es posible encontrar en Chile central géneros monotípicos (con solo 1 especie) endémicos (e.g. *Peumus*, *Pitavia*, *Gomortega*), probablemente de carácter relictual; géneros hoy día distribuidos en forma discontinua en el lado Atlántico y lado Pacífico de Sudamérica (por ejemplo, *Quillaja*, *Lithrea*, *Myrceugenia*, *Dasyphyllum*, *Alstroemeria*, etc.); géneros neotropicales, frecuentemente con muchas especies (por ejemplo,

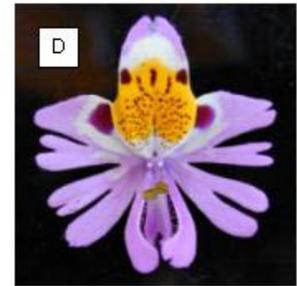
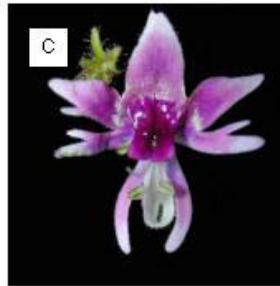
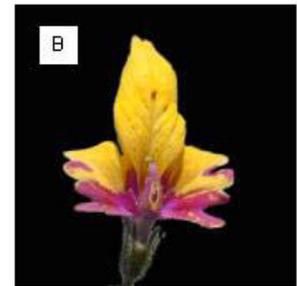
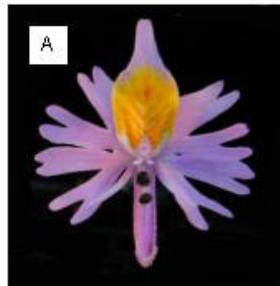


Figura 3. Flores de: A. *Schizanthus hookeri* Gill. ex Graham., Valle Nevado, Región Metropolitana. B. *S. grahamii* Gill. ex Hook., La Parva, Región Metropolitana. C. *S. parvulus* Sudzuki, RN Las Chinchillas, IV Región. D. *S. tricolor*, Grau et Granb., Los Molles, V Región.

*Adesmia*); y géneros ampliamente distribuidos (e.g. *Senecio*, *Viola*, *Valeriana*). Incluso, existen géneros curiosos, como *Schizanthus* (Solanaceae), que son muy aislados en sus respectivas familias botánicas (Figura 3). Reflejando los cambios climáticos postterciario, dentro de la zona mediterránea es común encontrar poblaciones septentrionales de especies del bosque templado en la Cordillera de la Costa alrededor de los



34° S (Villagrán & Hinojosa 1997), así también poblaciones boreales de especies más comunes en los desiertos del norte de Chile, alrededor de los 32° S. Sumada a esta diversidad, en muchos casos, existe mucha variación morfológica entre las poblaciones de la misma especie, como por ejemplo en *Chaetanthera moenchioides*, una anual muy abundante en Chile central (Arroyo & Bull, datos no publicados).

De acuerdo con el conocimiento actual, la flora vascular de la zona mediterránea (IV-VIII Región) consta de 2.864 especies nativas de plantas (Arroyo *et al.* 1995). Sumando las subespecies y variedades, el número se eleva a 3.160 taxas (Arroyo *et al.* 2002). Dichas especies están repartidas en 630 géneros de plantas. Estas cifras estarían sujetas a cambios a futuro. Aun existe un gran número de colectas de Chile central no ingresadas formalmente en los herbarios y en las bases de datos electrónicas del país, entre las cuales podrían encontrarse registros nuevos para Chile central. Por otra parte, falta explorar muchas partes montañosas de Chile central (Ricklefs *et al.* 1995). Por último, la taxonomía de algunos géneros de plantas en Chile aún es bastante inestable.

**Tabla 1.** Los 20 géneros más grandes en la flora de la zona mediterránea de Chile central (IV-VIII Región). Por taxa se entienden especies, subespecies y variedades.

Género	Familia	Nº de Taxa
<i>Senecio</i>	Asteraceae	157
<i>Adesmia</i>	Papilionaceae	109
<i>Viola</i>	Violaceae	63
<i>Haplopappus</i>	Asteraceae	62
<i>Calceolaria</i>	Scrophulariaceae	60
<i>Alstroemeria</i>	Alstroemeriaceae	59
<i>Oxalis</i>	Oxalidaceae	54
<i>Carex</i>	Cyperaceae	51
<i>Chaetanthera</i>	Asteraceae	41
<i>Loasa</i>	Loasaceae	38
<i>Solanum</i>	Solanaceae	38
<i>Leucheria</i>	Asteraceae	37
<i>Valeriana</i>	Valerianaceae	36
<i>Eriogyne</i>	Cactaceae	35
<i>Dioscorea</i>	Dioscoreaceae	33
<i>Baccharis</i>	Asteraceae	32
<i>Astragalus</i>	Papilionaceae	31
<i>Cardamine</i>	Brassicaceae	28
<i>Cryptantha</i>	Boraginaceae	28
<i>Chloraea</i>	Orchidaceae	27

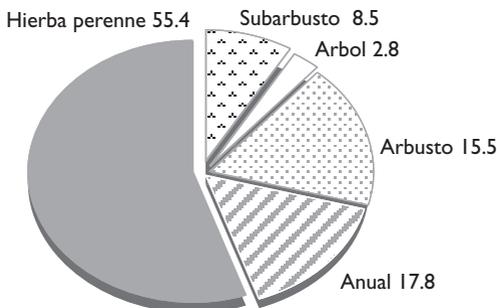
A modo de ejemplo, una revisión reciente del género *Calceolaria* (Ehrhart 2000) redujo significativamente el número de taxa reconocidos para Chile central. La riqueza de la flora de la zona mediterránea de Chile, si bien no es tan alta como en otras áreas mediterráneas (Arroyo *et al.* 1995; Cowling *et al.* 1996), de ninguna manera es despreciable para un país de clima templado.

Información sobre la distribución de la riqueza de especies dentro de la zona mediterránea aún es deficiente debido a variación en el esfuerzo de muestreo entre regiones (Ricklefs *et al.* 1995; Squeo *et al.* 2001). Para su tamaño, la Región Metropolitana ( $15,5 \times 10^3$

km<sup>2</sup>) presenta una riqueza extraordinaria, con 1.434 taxa (Arroyo *et al.* 2002). La RM-V Región combinadas, con una superficie de  $31,5 \times 10^3$  km<sup>2</sup>, albergan 1.841 plantas vasculares (Arroyo *et al.* 2002). Otra Región rica en especies es la IV ( $1.478$  taxa, Squeo *et al.* 2001 en  $40,5 \times 10^3$  km<sup>2</sup>). En general, las áreas montañosas albergan una gran diversidad de especies, debido a la diferenciación de muchos nichos ecológicos a lo largo de los gradientes de altitud.

El paisaje mediterráneo típico de Chile central esta dominado por especies leñosas, tales como *Quillaja saponaria* (quillay), *Peumus boldus* (boldo), *Lithrea caustica* (litre), *Nothofagus obliqua* (roble) *Maytenus boaria* (maitén), etc. Sin embargo, en realidad la flora mediterránea está compuesta por una gran diversidad de formas de vida (Arroyo *et al.* 1995; Figura 4), que incluye especies anuales, hierbas perennes, subarborescentes, arbustos y árboles. Numéricamente, las hierbas perennes son las más abundantes, constituyendo más del 50 % de la flora (Figura 4). El contingente de especies anuales en Chile central es menos notable que en la flora mediterránea de California, mientras que el componente leñoso es más desarrollado (Arroyo *et al.* 1995). Desde luego, dentro de las hierbas perennes y arbustos, existe una gran variedad de arquitecturas. Esta distribución de formas de vida, y en particular, el gran número de hierbas perennes deben tomarse en cuenta

**Figura 4.** Formas de vida en la flora de Chile central (IV-VIII Región). Los valores son las contribuciones porcentuales.





en la planificación del Jardín Chagual, si un objetivo es representar la flora de Chile central.

Otro aspecto relevante es la riqueza de especies por género. Reflejando la mezcla de elementos relictuales y más nuevos en la flora, el número de especies por género es muy variable. Para 298 (47,3 %) de los géneros, se tiene conocimiento de una especie en Chile central (por ejemplo, *Peumus*, *Pitavia*, *Leontochir*). Al otro extremo, existen 51 géneros con 10 o más especies. Los géneros más ricos de la flora de Chile central se encuentran en la Tabla 1. Dentro de los anteriores, se destaca *Senecio* con 157 taxa, y *Adesmia* con 109. Idealmente, el Jardín Botánico Chagual debería procurar representar la mayor diversidad filogenética posible. Ello implicaría “sacrificar” muchas especies de los géneros grandes a cambio de especies de diferentes géneros – aunque sin duda, tener algunos géneros bien representados, como por ejemplo *Calceolaria*, *Schizanthus*, *Tropaeolum* y *Alstroemeria* convendría desde el punto de visto de mostrar patrones de diferenciación evolutiva.

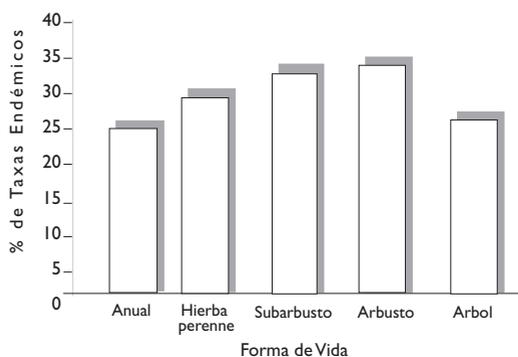
### CHILE CENTRAL: UN ÁREA DE ENDEMISMOS

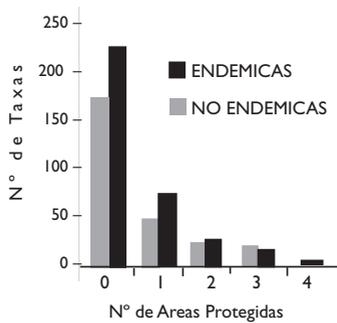
Para el establecimiento de un jardín botánico, es fundamental tener un buen conocimiento de la procedencia de las especies, esto es, si las especies son nativas o exóticas, y en el caso que sean nativas, si son endémicas o no. Las especies nativas son aquellas que han existido en el territorio chileno en forma natural desde la época de la colonia, mientras que las exóticas habrían sido introducidas directa o indirectamente por

el hombre (Arroyo *et al.* 2000a); aunque con el cambio global es posible que algunas especies andinas nativas hayan cruzado la frontera en forma espontánea sin la ayuda del hombre en tiempos recientes. En particular, interesan las especies endémicas. El endemismo se refiere a la restricción del rango natural de un taxón (Anderson 1994). Las especies endémicas constituyen una biodiversidad única, que no crece en forma natural en otras regiones o países. El concepto del endemismo es un concepto relativo, de tal forma que los niveles de endemismo guardan relación con el tamaño del área geográfica considerada, es decir, el endemismo es escala-dependiente (Laffan *et al.* 2003).

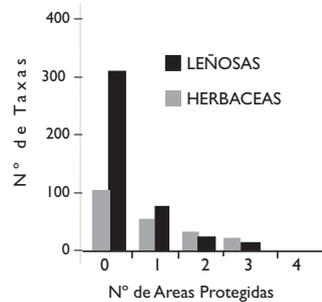
Un “área de endemismos” se reconoce cuando dos o más taxa presentan rangos restringidos y coincidentes (Platnick, 1991). Las áreas de endemismos también son escala-dependientes. Sin duda, el rasgo más destacable de la flora de Chile central es su gran concentración de especies endémicas. Esta característica refleja la naturaleza insular de Chile (Arroyo *et al.* 1999). Contando subespecies y variedades, unos 1.632 (52 %) de los taxa de Chile central son endémicos de Chile, mientras, 953 (30 %) son endémicos de Chile central propiamente tal. Para áreas territoriales equivalentes, estos niveles de endemismo son muy superiores (comparado por ejemplo con California, un lugar que se destaca por su flora endémica; Raven & Axelrod 1978). Las especies endémicas de Chile central están repartidas en todas las formas de vida (Figura 5). Los niveles de endemismo (considerando los taxa endémicos a Chile central; Figura 5) alcanzan sus máximos en los arbustos, seguido por los subarbustos y hierbas perennes. Entre los árboles y hierbas anuales, los niveles de endemismo son ligeramente más bajos. Sumado al endemismo al nivel de especies, existen en Chile un número no despreciable de géneros endémicos, y otros que son prácticamente endémicos a Chile. Por ejemplo, 10 de las 12 especies de *Schizanthus* (Figura 3) son endémicas de Chile, y 5 de ellas son endémicas de la zona mediterránea de Chile. En la planificación de un jardín botánico, además de preocuparse de las especies endémicas, se debe procurar distinguir entre especies endémicas con distribuciones amplias versus estrechas. Las especies endémicas con distribuciones estrechas suelen ser aquellas en mayor peligro de extinción, y por lo tanto, deben tener prioridad en los planes de adquisición del jardín. Para obtener una idea del tamaño de las distribuciones de las especies endémicas en Chile central se puede considerar la flora de la Región Metropolitana. Arroyo *et al.* (2002) mostraron que, según el conocimiento

**Figura 5.** Porcentaje de taxa endémicos en las diferentes formas de vida en Chile central. N = 3160 taxa.





**Figura 6.** Comparación del grado de protección de especies endémicas y no endémicas de la flora de la cordillera de la costa, 35°-36°S en 4 unidades del SNASPE. Se muestra el número de taxas protegidos según su presencia en las cuatro unidades. Ver texto para nombres de las unidades del SNASPE. Tomado de Arroyo et al. (2003).



**Figura 7.** Comparación del grado de protección de especies leñosas y herbáceas de la flora de la cordillera de la costa, 35°-36°S en 4 unidades del SNASPE. Se muestran los números de taxas protegidos según su presencia en las cuatro unidades. Ver texto para nombres de las unidades del SNASPE. Tomado de Arroyo et al. (2003).

actual, 91 de los 422 taxas endémicos a la zona mediterránea que se encuentran en la Región Metropolitana, son restringidas en su distribución a la Región Metropolitana, es decir, son endémicos de dicha Región.

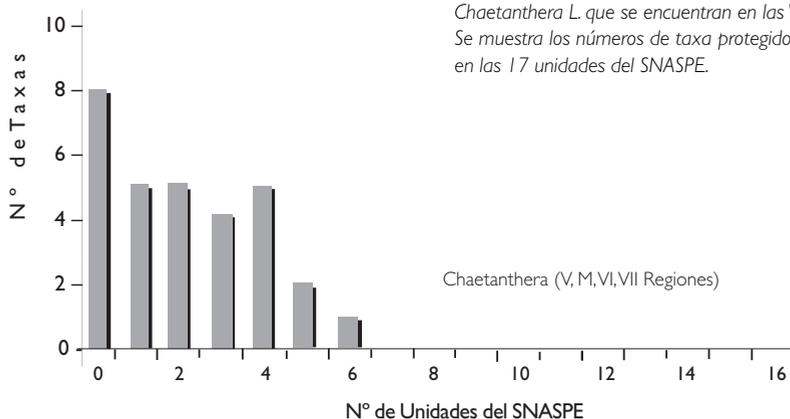
En Chile central la detección de áreas de endemismo sensu Platnick (1991) a escalas más locales sólo se ha determinado para la IV Región (Cavieres *et al.* 2001 en Squeo *et al.* 2001), encontrándose el mayor número de áreas endémicas en la zona costera. Información preliminar sugiere que una tendencia similar se encontrará en otras regiones de Chile central.

### COMPLEMENTANDO EL PAPEL DEL SNASPE

Un objetivo explícito del nuevo Jardín Botánico Chagual debe ser el de complementar el papel de las áreas protegidas de la zona mediterránea de Chile central. Aunque un porcentaje apreciable del territorio continental de Chile está bajo protección (19%: Arroyo & Cavieres 1997), el esfuerzo de protección es muy desigual para las grandes ecorregiones. En particular, la superficie de la zona mediterránea que es protegida es muy reducida (< 5%. Arroyo & Cavieres 1997), lo que contrasta fuertemente con el 40% de la zona templada al sur de 40°S. Dicha situación podría redundar en que muchas especies de la zona mediterránea se encuentren fuera de las áreas protegidas y/o, insuficientemente protegidas. Llegar a conocer cuáles especies se encuentran protegidas en las áreas

protegidos ha sido el objetivo de un programa de investigación entre las regiones V y VII. Al principio del estudio sólo se tuvo conocimiento florístico acabado para dos áreas protegidas en las regiones mencionadas (MN El Morado; Teillier *et al.*, 1994; RN Radal Siete Tasas, Peña 1989). Desde esa fecha, se ha efectuado el trabajo de terreno para muchas unidades del SNASPE adicionales, con los análisis de los datos completados para la RN Bellotos del Melado (Arroyo *et al.* 2000b), el SN Yerba Loca (Arroyo *et al.* 2002), y cuatro áreas protegidas en la costa de la VII Región (RN Los Queules, RN Los Ruiles de Empedrado, RN Los Ruiles, RN Federico Albert) (Arroyo *et al.* 2003).

El análisis de las floras de estas reservas ha arrojado tanto resultados alentadores como preocupantes. Por el lado positivo, el SN Yerba Loca en la Región Metropolitana, en un área que corresponde a 0,7% de la Región Metropolitana, alberga 34% de la flora de la Región. Con tres unidades del SNASPE adicionales en la RM (RN Río Clarillo, RN Roblería de Loncha y MN El Morado) la proporción de la flora que recibe protección en el SNASPE sería aún mayor. De hecho, al incluir la flora de MN El Morado, la cifra alcanza 39% (Arroyo *et al.* 2002). Pero resulta preocupante que, considerando las 4 unidades del SNASPE de la cordillera de la costa de la VII Región entre 35°- 36° S, apenas 34% de las especies de la zona de estudio se encuentran protegidas (Arroyo *et al.* 2003). En la cordillera de la costa las especies endémicas reciben un menor grado de protección que las no endémicas (Figura 6) –una tendencia que también fue detectada en el SN Yerba Loca (Arroyo *et al.* 2002)– en tanto que



**Figura 8.** Grado de protección de especies del género *Chaetanthera* L. que se encuentran en las V, M, VI y VII Regiones. Se muestra los números de taxa protegidos según su presencia en las 17 unidades del SNASPE.

las hierbas reciben un menor grado de protección que las especies leñosas (Figura 7).

Complementando el estudio de las floras de cada área protegida, se ha iniciado el análisis de algunos taxa y formas de vida particulares, considerando el total del área de estudio. Para el género *Chaetanthera*, 8 de un total de 30 taxa que se distribuyen entre las V-VII Región (27 %) no se encuentran en ningún área protegida de estas regiones (Figura 8). En el caso del género *Senecio*, el porcentaje de especies no protegidas es bastante mayor (Arroyo, datos no publicados). Sin embargo, un estimado 90 % de las especies arbóreas que se distribuyen en las regiones aludidas se encuentra en por lo menos un área protegida, con muchas especies siendo representadas en más de una unidad. Hasta la fecha, las conclusiones más importantes de estos estudios, todavía en marcha, son la clara insuficiencia de las áreas protegidas en Chile central, los grandes contrastes en el grado de protección de la flora arbórea en comparación con la herbácea (por ejemplo, *Chaetanthera*, *Senecio*) e insuficiente protección de las especies endémicas. Todo ello nos estaría diciendo que el Jardín Botánico Chagual debe preocuparse más de la flora herbácea de Chile central que de la arbórea, y en particular, concentrarse en las especies endémicas.

#### EL ESTADO DE LOS ECOSISTEMAS DE CHILE CENTRAL

Al hilar en forma más fina, cada especie de planta en Chile central tiene una distribución geográfica particular. Algunas especies están restringidas a una formación vegetal particular, mientras otras se encuentran en más de una formación. El papel del

nuevo Jardín Chagual en cuanto a la conservación de la biodiversidad de Chile central aumentaría notoriamente al establecer prioridades, no solo en cuanto a los taxa a cultivarse, sino que en lo referente a las poblaciones seleccionadas para la obtención de material en terreno. En general, los ecosistemas de Chile central han sufrido grandes perturbaciones, lo que en sí mismo constituye una amenaza para la biodiversidad (Armesto *et al.* 1998). No obstante, la situación es mucho más dramática en algunas formaciones vegetacionales que en otras. Un caso patético lo constituye el bosque de ruil (*Nothofagus alessandri*) de la VII Región; (Bustamente & Castor 1998), que está prácticamente extinguido.

En la Figura 9, usando las formaciones vegetacionales de Gajardo (1995) listado en la Tabla 2, se muestra la proporción de cada formación que va quedando. En esta ocasión no se consideran las formaciones altoandinas, los que están en relativamente buen estado. Considerando todas las formaciones consideradas, ponderadas por sus respectivas áreas, solo queda intacta un 27,4% de la vegetación original. Las formaciones más afectadas son las de la cordillera de la costa y del Valle Central donde hoy día existen cerca de 2 millones de hectáreas de bosques exóticos y abundante agricultura, en tanto las formaciones cordilleranas de los Andes están mejor conservadas. Hay que recalcar, sin embargo, que la vegetación remanente está lejos de ser prístina en la mayoría de los casos, de manera que el grado de perturbación de Chile central es mayor que lo que indican las cifras. Uno de los aspectos más críticos en la conservación de la biodiversidad es mantener la variación genética de las especies. Rescatar poblaciones en peligro de extinción en formaciones vegetacionales altamente perturbadas constituirá una contribución a



la mantención de la variación genética. Colectar material desde las formaciones altamente perturbadas debe ser una de las prioridades del nuevo Jardín.

### COMENTARIOS FINALES

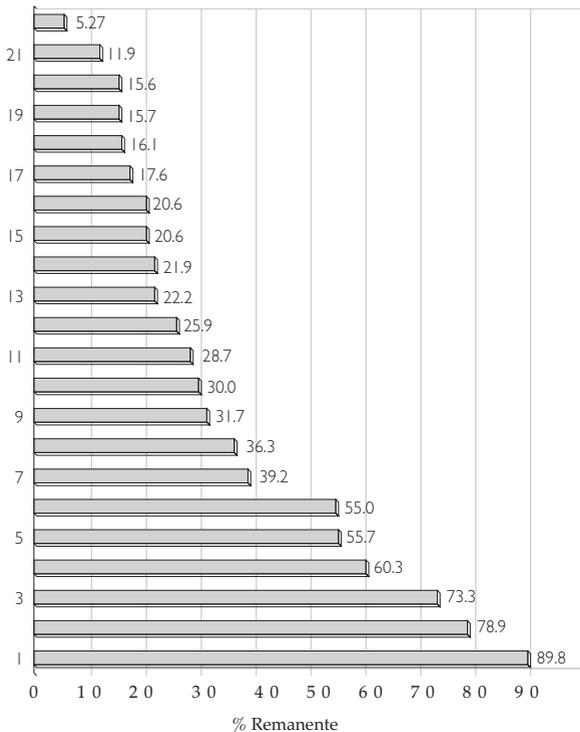
El desarrollo de un jardín botánico moderno requiere el acceso a la información científica y colaboración de los científicos (botánicos, etnobotánicos, ecólogos, ecofisiólogos) en todas sus etapas, pero sobre todo en las iniciales. En este trabajo se han presentado varios elementos que deben tomarse en cuenta al momento de desarrollar los planes de adquisiciones del nuevo Jardín. Recapitulando, para Chile central ellos son: el reconocimiento de la gran riqueza y su calidad de "hotspot for conservation

**Tabla 2.** Formaciones vegetacionales consideradas en la Figura 9.

Formación
1 Bosque caducifolio altoandino de la Araucanía
2 Bosque caducifolio andino Biobío
3 Bosque caducifolio altoandino Chillán
4 Bosque caducifolio de la precordillera
5 Bosque altomontano de Nahuelbuta
6 Bosque caducifolio de la montaña
7 Matorral espinoso cordillera de la costa
8 Bosque caducifolio de Santiago
9 Bosque esclerófilo andino
10 Bosque esclerófilo costero
11 Estepa altoandina boscosa
12 Bosque caducifolio de Concepción
13 Bosque caducifolio de la frontera
14 Matorral espinoso del secano costero
15 Matorral estepario arborescente
16 Bosque esclerófilo montano
17 Bosque caducifolio maulino
18 Matorral espinoso del secano interior
19 Bosque caducifolio interior
20 Bosque esclerófilo de los arenales
21 Matorral espinoso de las serranías

priority", la importancia de las especies herbáceas, el gran número de especies endémicas, diferencias notables en el estado de las formaciones vegetacionales, insuficiencia del SNASPE para proteger la flora, y grandes diferencias en el grado de protección entre diferentes formas de vida en el SNASPE. Evidentemente, las prioridades que surgen de estas características no deben considerarse en forma aislada de otros aspectos relevantes, como por ejemplo asegurar una sucesión de especies en flor a lo largo del año, imitar la estructura de los ecosistemas naturales, destacar especies de interés cultural, etc. Para manejar estas prioridades, se

hace imprescindible contar con el acceso a bases de datos electrónicos de la flora y la tecnología adecuada. Idealmente, ello significa el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para superponer la información florística y estado de las formaciones vegetacionales. En el mismo Jardín, se requiere contar con un mapa detallado de la variación microclimática del sitio para determinar los sitios más adecuados para cada especie. No hay que olvidar que en las latitudes medias (correspondientes a las latitudes de Chile central), las condiciones microclimáticas llegan a su máxima contraste, con ciertas especies adaptadas a las condiciones encontradas en las laderas de



**Figura 9.** Porcentaje remanente de vegetación para 22 formaciones vegetacionales en Chile central. Formaciones vegetacionales según Gajardo (1995) (ver Tabla 2 para los nombres de las formaciones). Los números del eje "Y" del gráfico corresponden a las formaciones en la Tabla 2. Se obtuvo la proporción remanente de vegetación nativa, sobreponiendo las formaciones de Gajardo (1995) y las categorías de uso de suelo de Bosque Nativo, Renovales y Matorral Arborescente Denso, obtenidas del Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile (CONAF-CONAMA-BIRF 1999), utilizando un Sistema de Información Geográfica (Arcview 3.2).



exposición norte, y otras a las laderas de exposición sur (Rozzi *et al.* 1997). Y en el campo, se deben registrar las localidades de las adquisiciones con GPS, manteniendo detalles de hábitat, elevación y exposición. El éxito del Jardín Botánico Chagual a largo plazo, dependerá en gran medida de la capacidad de sus organizadores de compatibilizar distintos aspectos (estéticos, educacionales) con los objetivos de conservación y entender muy bien las necesidades de la flora, junto con la ecología de las especies. En este contexto hay un vacío muy grande de información autoecológica de la flora chilena, aspecto que tal vez el jardín podría abordar en el plano de la investigación científica. Contar con científicos y otros profesionales entre el personal permanente del jardín desde sus inicios, nos parece absolutamente fundamental. De esta manera se evitaría que el jardín se convierte meramente en un lugar de "plantas bonitas" al estilo del siglo dieciocho.

Visto en un contexto más amplio, el Jardín debe contribuir al desarrollo sustentable de Chile. Entendiendo el desarrollo sustentable como aumentar la calidad de vida de los chilenos sin destruir los recursos y la sustentabilidad ecológica (Arroyo *et al.* 1992), el Jardín evidentemente puede jugar un papel fundamental. A mediano plazo, la puesta en marcha de programas de educación ambiental y de valoración cultural de la biodiversidad chilena, son aspectos de gran importancia. A largo plazo, sin embargo, la conservación del germoplasma de especies endémicas raras probablemente sería tanto o más importante. A veces es difícil imaginar que las especies nativas del campo chileno pueden tener un valor socioeconómico. Sin embargo hay ejemplos muy notables (desafortunadamente, con escaso beneficio para los chilenos). Especies chilenas y brasileñas del género *Alstroemeria* fueron llevadas a los Países Bajos en la década de los 70, cultivándose en un principio 10 hectáreas. Pero en 1996 la venta de flores de *Alstroemeria* producidas en 117 hectáreas alcanzo un valor de alrededor de 82 millones de guilders (aproximadamente US\$ 37 millones).

Otro ejemplo interesante es el caso de la palma chilena, *Jubaea chilensis*. La planta más antigua en el célebre invernadero de plantas templadas del Jardín Botánico de Kew (Inglaterra), es un ejemplar de la palma chilena, la que fue establecida de una semilla llevada a Inglaterra en 1846. Se dice, además, que dicho ejemplar sobrepasa en tamaño todos los ejemplares de la familia Palmae creciendo en invernaderos en jardines botánicos en el mundo. La fama de este ejemplar es tal, que un miembro de la familia real de Inglaterra tomó la medida

de sembrar un nuevo ejemplar joven al lado del original con el objetivo de reemplazar el anterior el día que muera. Miles de turistas visitan al Jardín Botánico de Kew anualmente para dar sus respetos a este magnífico ejemplar. Actualmente en Inglaterra hay viveros comerciales que venden la palma chilena al modesto precio de ¡US\$ 500 por ejemplar! Con estos ejemplos quisiéramos aclarar que los aspectos socioeconómicos, si bien son relevantes, no son los únicos factores que deben manejar el jardín. El mero contacto con la naturaleza constituye en sí un valor trascendental.

Este último ejemplo, por cierto anecdótico, nos sirve para recordar que en la actualidad, la flora chilena muy probablemente está más representada en jardines botánicos fuera del país que adentro. Desde hace siglos, las plantas de Chile, una isla de biodiversidad de gran unicidad, han despertado interés entre los coleccionistas y científicos en el extranjero. En jardines botánicos como el de la Universidad de California en Berkeley, el Jardín Real de Edinburgo en Escocia, el Jardín Botánico de Munich en Alemania, existen rincones que albergan una gran variedad de especies de la flora chilena. El establecimiento del Jardín Botánico Chagual, al traer directamente al pueblo chileno las peculiaridades, usos, bondades y beneficios de la biodiversidad, representa una gran oportunidad de revertir esta tendencia.

#### Agradecimientos

La investigación científica descrita en este trabajo ha sido financiada por FONDECYT Proyectos 10980705 y 1020956 (MKA), FONDECYT 2010039 (DR), FONDECYT 2010023 (FP) y P99-103-F ICM (Investigación y de Becas de Postgrado de PP y KB), y forma parte de la cartera de proyectos de IBOY (International Biodiversity Observation Year). Agradecemos a los organizadores del Jardín Botánico, en particular, la Sra. Catherine Kenrick, por haber establecido un puente fluido con la comunidad científica chilena.

#### Bibliografía

- Anderson S. 1994. Area and endemism. *Quarterly Review of Biology* 69: 451-471.
- Armesto JJ, R Rozzi, C Smith-Ramírez & MTK Arroyo. 1998. Conservation targets in South American temperate forests. *Science* 282: 1271-1272.
- Arroyo MTK, PH Raven & J Sarukhan. 1992. Biodiversity. En: Dooge *et al.* (eds). "An Agenda of Science for Environment and Development into the 21<sup>st</sup> Century". Páginas 205-219. Cambridge University Press, Cambridge.
- Arroyo MTK, L Cavieres, C Marticorena & M Muñoz-Schick. 1995. Convergence in the mediterranean floras in central Chile and California: insights from comparative biogeography. En: Arroyo MTK, PH Zedler & MD Fox, (eds). *Ecology and Biogeography of Mediterranean Ecosystems in Chile, California, and Australia*. Pp. 43-88. Springer-Verlag, New York.



- Arroyo MTK & L Cavieres. 1997. The mediterranean-type climate flora of central Chile – What do we know and how can we assure its protection. *Noticiero de Biología* 5(2): 48-56.
- Arroyo MTK, R Rozzi, JA Simonetti, P Marquet, M Salaberry. 1999. Central Chile. En: Mittermeier RA, N Myers, P Robles Gil & C Goettsh Mittermeier (eds). *Hotspots: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecosystems*. Pp. 161-171. Cemex, Conservation International, México.
- Arroyo MTK, C Marticorena, O Matthei & L Cavieres. 2000a. Plant invasions in Chile: present patterns and future predictions. En: Mooney HA & R Hobbs (eds). *Invasive Species in a Changing World*. Pp. 385-421. Island Press, Washington DC.
- Arroyo MTK, O Matthei, C Marticorena, M Muñoz Schick, F Perez & AM Humaña. 2000b. The vascular plant flora of the Bellotos del Melado National Reserve, VII Region. Chile: a documented checklist. *Gayana Bot.* 57: 117-139.
- Arroyo MTK, C Marticorena, O Matthei, M Muñoz Schick & P Plissock. 2002. Analysis of the contribution and efficiency of the Santuario de la Naturaleza Yerba Loca, 33° S in protecting the regional vascular plant flora (Metropolitan and Fifth regions of Chile). *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 767-792.
- Arroyo MTK, O Matthei, M Muñoz-Schick, J Armesto, P Plissock, F Perez & C Marticorena. 2003. Flora de cuatro reservas nacionales en la cordillera de la costa, 35°-36° S, VII Región, Chile y su papel en la protección de la biodiversidad regional. En: Smith C, JJ Armesto & C Valdovinos (eds). *Biodiversity and Ecología de los Bosques de la Cordillera de la Costa de Chile* Editorial Universitaria, Santiago.
- Bustamante RO & C Castor. 1998. The decline of an endangered temperate ecosystem: The ruii (*Nothofagus alessandrii*) forest in central Chile. *Biodiversity and Conservation* 7: 1607-1626.
- CONAF-CONAMA-BIRF. 1999. *Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Informe Nacional con Variables Ambientales*. Santiago, Chile.
- Cowling RM, PW Rundel, BB Lamont, MTK Arroyo & M Arianoutsou. 1996. Plant diversity in mediterranean-climate regions. *Trends in Ecology and Evolution* 11(9): 362-366.
- Dinerstein E, DM Olson, DJ Graham, AL Webster, SA Primm, MP Bookbinder & G Ledec. 1995. *Una Evaluación del Estado de Conservación de las Ecorregiones Terrestres de América Latina y el Caribe*. WWF- Banco Mundial, Washington DC.
- Ehrhart C. 2000. Die Gattung *Calceolaria* (Scrophulariaceae) in Chile. *Bibliotheca Botanica* 153: 1-283.
- Gajardo R. 1995. *La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica*. 2nd Edition. Editorial Universitaria, Santiago.
- Laffan SW. 2002. Using process models to improve spatial analysis. *International Journal of Geographic Information Science* 16: 245-257.
- Loreau M, S Naaem, P Incahuasti, J Bengtsson, JP Grime, A Hector, DU Hooper, MA Huston, D Raffaelli, B Schmid, D Tilman & DA Wardle. 2001. Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. *Science* 294: 804-808.
- Lubchenco J, OM Olson, LB Brubaker, SR Carpenter, MM Holland, SP Hubbell, SA Levin, JAMacmahon, PA Matson, JM Melillo, HA Mooney, CH Peterson, HR Pulliam, LA Real, PK Regal & PG Risser. 1991. The sustainable biosphere initiative: an ecological research agenda. *Ecology* 72: 371-412.
- Myers N, RA Mittermeier, CG Mittermeier DA Fonseca & J Kent 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Peña HS. 1989. Estudio florístico de las comunidades vegetales presentes en el Area de Protección Radal Siete Tazas (Molina VII Región). Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Forestal, Universidad de Chile.
- Platnick NI. 1991. On areas of endemism. *Australian Systematic Botany* 4 (commentary).
- Raven PH & DI Axelrod. 1978. Origin and relationship of the California flora. *University of California Publications in Botany* 72: 1-134.
- Ricklefs RE, MTK Arroyo, RE Latham, TM Lewinsohn, DJ Lodge, NI Platnick & W Wright. 1995. Section 4: Magnitude and Distribution of Biodiversity; Chapter 3.2: The Distribution of Biodiversity. En: Heywood VH (ed). *Global Biodiversity Assessment, Section 4*. Páginas 139-173. Cambridge University Press, Cambridge.
- Rozzi R, MTK Arroyo & JJ Armesto. 1997. Ecological factors affecting gene flow between populations of *Anarthrophyllum cumingii* (Papilionaceae) growing on equatorial and polar-facing slopes in the Andes of Central Chile. *Plant Ecology* 132: 171-179.
- Squeo F, G Arancio & JR Gutiérrez (eds). 2001. *Libro Rojo de la Flora y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo*. Ediciones Universidad de La Serena.
- Teillier S, A Hoffmann, F Saavedra & L Pauchard. 1994. Flora del Parque Nacional El Morado (Región Metropolitana, Chile). *Gayana Botánica* 51: 13-47.
- Villagrán C. 1995. Quaternary history of the mediterranean vegetation of Chile. En: Arroyo MTK, PH Zedler & MD Fox (eds). *Ecology and Biogeography of Mediterranean Ecosystems in Chile, California, and Australia*. Pp. 3-20. Springer-Verlag, New York.
- Villagrán C & LF Hinojosa. 1997. Historia de los bosques del sur de Sudamérica, II: Análisis fitogeográfico. *Revista Chilena de Historia Natural* 70: 241-267.
- Wyse Jackson PS. 1999. *Experimentation on a Large Scale- An Analysis of the Holdings and Resources of Botanic Gardens*. BGCNews Vol 3 (3) December 1999. Botanic Gardens Conservation International, U.K.
- Wyse Jackson PS & LA Sutherland. 2000. *International Agenda for Botanic Gardens in Conservation*, Botanic Gardens Conservation International, Kew, Richmond, UK.



# ZONA MEDITERRÁNEA DE CHILE CENTRAL: ARQUITECTURA, FENOLOGÍA Y PATRONES DE REGENERACIÓN DE ESPECIES NATIVAS

**Gloria Montenegro<sup>1</sup>, Claudia Ríos<sup>2</sup>,  
Ana María Mujica<sup>3</sup>**

(1) Profesora Titular Departamento de Ciencias Vegetales, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. (2) Alumna del Programa de Postgrado de Ciencias Vegetales de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal PUC. (3) Profesora Auxiliar Departamento de Ciencias Vegetales, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, PUC.

Por qué el paisaje florístico es diferente a lo largo de Chile Central y cómo van cambiando las especies vegetales durante su ciclo de vida? Son algunas de las preguntas que deberían ser consideradas en el momento de construir un Jardín Botánico en el cual la flora nativa se represente en forma dinámica.

Si se analizan los distintos paisajes de Chile nos daremos cuenta de la existencia de comunidades vegetales que presentan grandes diferencias en su fisionomía. Se puede apreciar cómo a una misma latitud las comunidades vegetales varían, dependiendo de la topografía y de las condiciones climáticas. En la Zona Central de Chile, a la altura del paralelo 33° S, se pueden observar comunidades dominadas por arbustos bajos de formas achaparradas (matorral costero, vegetación altoandina) mientras que otras son dominadas por formas arbustivas y arborescentes (matorral de media altura, matorral precordillerano) (Figura 1). Las formas de crecimiento de las plantas que dominan en cada una de estas comunidades son el resultado de las adaptaciones al ambiente en el cual deben sobrevivir y reproducirse.

Al igual que todos los organismos vivos, las plantas terrestres están sometidas a presiones evolutivas (cambios climáticos, interacciones con herbívoros y/o con polinizadores), desarrollando mecanismos adaptativos que se reflejan a nivel de las formas de las plantas y de las características morfológicas y fisiológicas, las cuales les permiten maximizar los recursos disponibles, por ejemplo, en el proceso de fotosíntesis, haciendo más efectiva la intercepción de la luz solar, la utilización del agua y el intercambio gaseoso.

Las plantas terrestres se consideran organismos modulares ya que su crecimiento se basa en la producción reiterativa en el tiempo de subunidades o módulos arquitectónicos. Básicamente, un módulo arquitectónico corresponde a un órgano generado a partir de una yema, la cual puede ser vegetativa o reproductiva, ubicada en posición axilar (en la intersección de las hojas con el tallo) o terminal (en la punta de las ramas). Estos módulos pueden corresponder

Figura 1.  
Perfil altitudinal (Montenegro 2000).





a: dolicoblasto (rama de entrenudos largos), braquiblasto (rama de entrenudos cortos) modificadas para maximizar la fotosíntesis, flor, inflorescencia rama modificada para maximizar el proceso de reproducción sexual (Figura 2). ¿Cómo se va estructurando y delimitando una determinada forma de crecimiento? Las plantas perennes se caracterizan por presentar crecimiento ilimitado, el cual se debe a la mantención de tejido embrionario ubicado en las yemas vegetativas (Figura 3). El tipo y cantidad de módulos arquitectónicos generados a partir de las yemas dependerá en parte de su genotipo, pero, por otra parte, el desarrollo de estos módulos está fuertemente influenciado por el ambiente en el cual se desarrolla determinada especie. Así por ejemplo, el

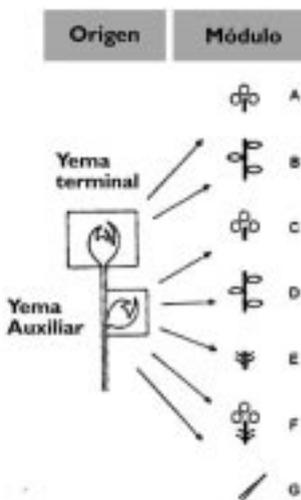
churco (*Oxalis gigantea*), especie que vive en un ambiente árido, presenta exclusivamente braquiblastos en torno a un tallo almacenador. Estos le permiten maximizar la fotosíntesis y reducir la deshidratación, ya que en una pequeña superficie concentra un gran número de hojas (Figura 4).

Cada planta está formada por módulos morfológicamente distintos. Dependiendo de la especie se diferenciarán distintos módulos. La arquitectura de una planta es, por lo tanto, específica.

Adicionalmente, las especies, presentan adaptaciones estructurales dentro de cada módulo, diseñadas fundamentalmente para disminuir la pérdida de agua y para transportarla, como son: cutículas cerasas, cortezas impermeables protegidas, estomas, haces vasculares con paredes celulares lignificadas y producción de compuestos del metabolismo secundario (aceites esenciales, flavonoides, alcaloides, cristales) (Figura 5). El estudio de los cambios temporales en la morfología de las plantas tanto como en cada uno de sus órganos, se

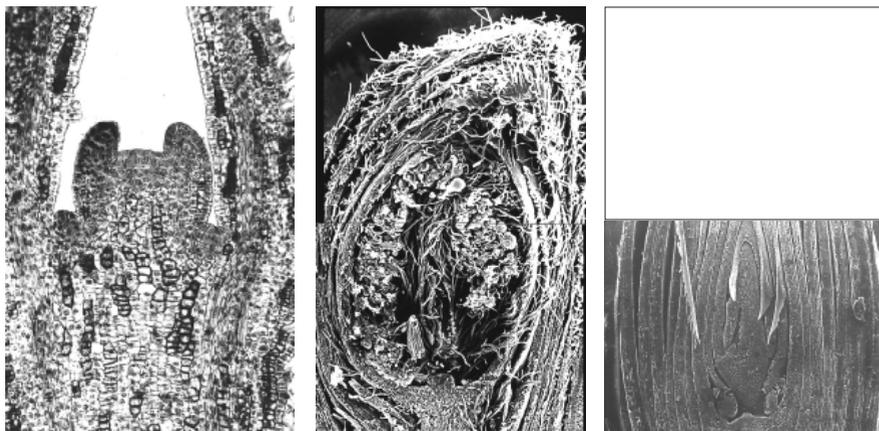
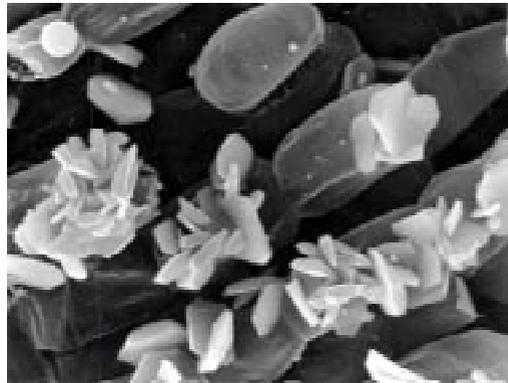
**Figura 2.**

Representación de los posibles módulos generados a partir de una yema apical o axilar.



**Figura 5.**

Producción de cristales en el mesófilo de *Sophora macrocarpa* (*Sophora macrocarpa* x3500, Montenegro, G. 1984)



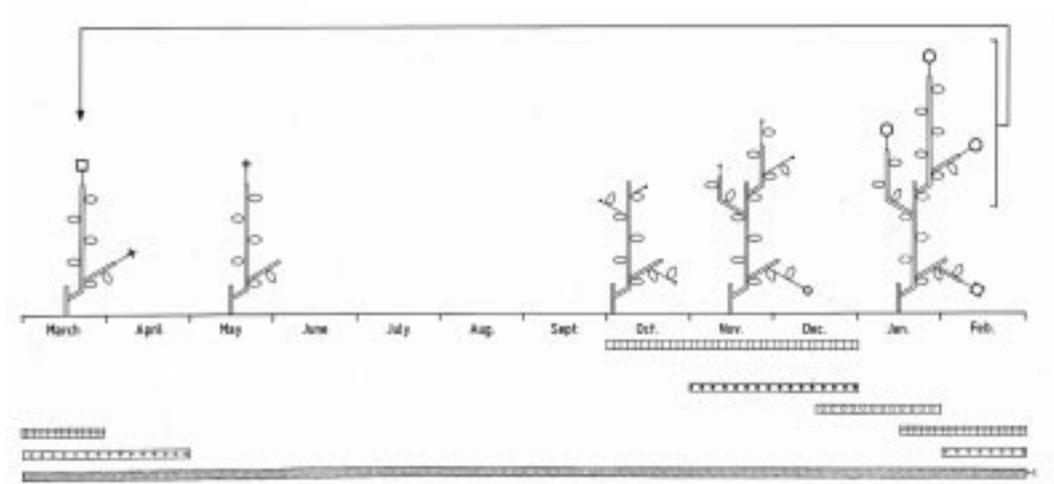
**Figura 3**

Cortes transversales de yemas vegetales y reproductivas



**Figura 6**

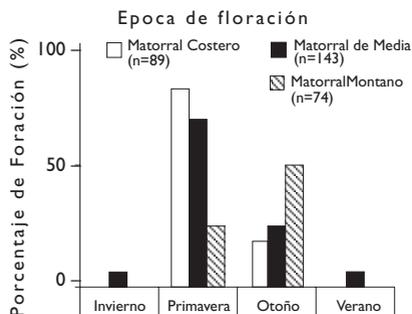
Ciclo fenomorfológico de *Quilloya saponaria*, especie dominante de la Zona Central (Montenegro et al. 1989)



ha denominado fenomorfoloía. En otras palabras, esto es el estudio de la historia de vida de cada especie, de sus órganos reproductivos como vegetativos (Figura 6). El conocimiento de la temporalidad es de vital importancia en el desarrollo de un jardín botánico, ya que permite una adecuada reproducción de las comunidades *ex situ*. Una correcta combinación de la floración de las distintas especies, lo cual es interesante desde el punto de vista paisajístico y no se debe olvidar las relaciones establecidas entre estas y la fauna que actúa como polinizadora y dispersora de semillas, para lograr una adecuada reproducción sexual de las especies. Al analizar el comportamiento de la floración de las especies dominantes en la Zona Central de Chile, a través de un transecto altitudinal considerando el matorral costero, el matorral de media altura y el matorral montano se observa que más del 80% del

matorral costero florece en primavera, seguido por el matorral de media altura. El matorral montano, en cambio, florece mayoritariamente en verano. Este comportamiento refleja el desfase fenológico en respuesta a condiciones ambientales muy variables entre la costa y la cordillera de los Andes (Figura 7). Al comparar los 3 matorrales mencionados en relación a la ubicación de las yemas florales, el matorral montano y el de media altura presentan principalmente (50%) sus yemas reproductivas en posición axilar. El matorral costero, por el contrario, florece sobre todo (80%) apicalmente. Estos antecedentes reflejan modelos arquitectónicos dados, en respuesta, tal vez, a condiciones abióticas y bióticas distintas (Figura 8). No se debe olvidar que, las comunidades vegetales de la zona central están sometidas al impacto de una fuerte actividad humana (incendios, desarrollo inmobiliario,

**Figura 7.** Época de floración del matorral costero, matorral de media altura y matorral montano



**Figura 8.** Relación entre la floración axilar y apical en especies dominantes del matorral de la Zona Central

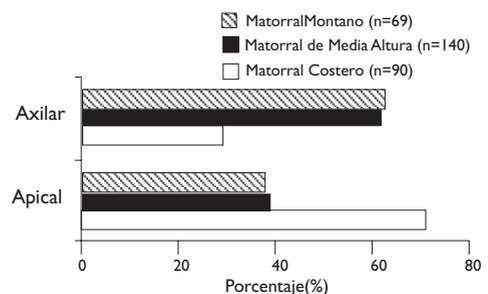




Figura 4  
Dolicoblastos cubiertos de braquiblastos fotosintéticos en *Oxalis gigantea*

turismo, etc.), la que en muchos de los casos impide el funcionamiento natural de los ecosistemas. Frente a este fenómeno es imprescindible conocer y poder predecir la capacidad de respuesta de las comunidades frente a esta perturbación. Por lo cual, el conocimiento de los mecanismos de regeneración vegetativa de las plantas es una importante herramienta para la conservación de las especies.

Las plantas se reproducen en forma vegetativa debido a la mantención de yemas de renuevo en órganos como: bulbos, rizomas, cormos, tubérculos (geófitas), corona radical (hemicriptófitas) y lignotuber (presente principalmente en las fanerófitas).

Mediante el análisis de este tipo de regeneración es posible predecir la capacidad de recuperación de una comunidad ante una perturbación. Aquellas especies que solo pueden regenerar a partir de semillas, pueden ver disminuida su sobrevivencia al no contar con la capacidad de rebrotar vegetativamente. En la Figura 9 se muestran los distintos mecanismos de regeneración vegetativa frente a una perturbación como puede ser un incendio o la

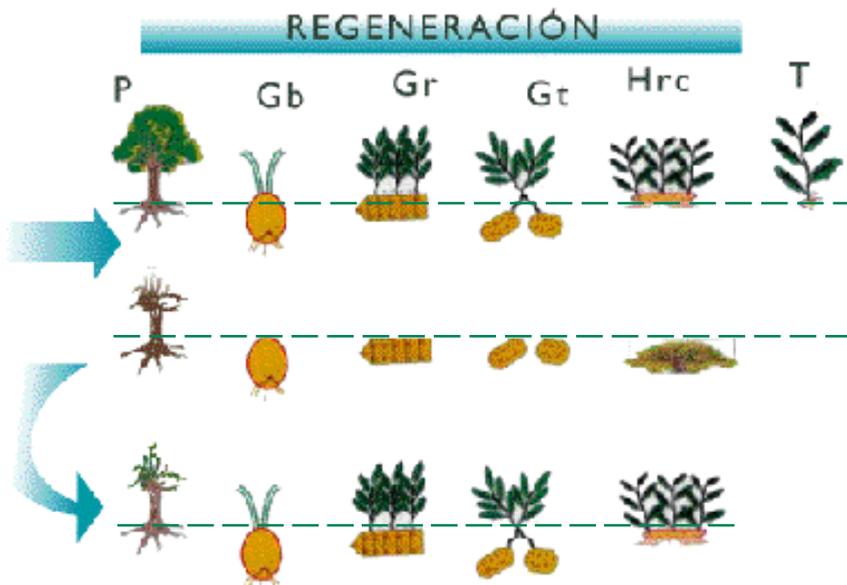


Figura 9. Mecanismos de regeneración de las especies.

P= fanerófitas;  
Gb= geófitas con bulbo;  
Gr= geófitas con rizoma;  
Gt= geófitas con tubérculo;  
Hrc= hemicriptófitas con corona radical;  
T terófitas, yemas de renuevo en la semilla.



colecta de las especies.

La fenomorfología, la arquitectura y los patrones de regeneración de las plantas son elementos que se deben tener en consideración al momento de proyectar un jardín botánico, ya que este:

1) es un recurso educativo que sirve como referencia de consulta para la sociedad, pudiendo transmitir conocimientos sobre la ecología del paisaje y sobre la biología de las especies que lo forman

2) presenta colecciones vivas, por lo tanto, deben transmitir vivencias, es decir, enseñar acerca de la vida de la planta

3) debe ser un recurso útil a la sociedad y debe mostrar prácticas de manejo y mantención basados en el conocimiento de la especie y el hábitat en el cual predominan

4) debe entregar conocimiento acerca de la gama de adaptaciones que las especies presentan y la interpretación de su biología, arquitectura y dinámica

5) debe considerar especialmente propagar aquellas plantas con problemas de conservación

6) debe priorizar la conservación de aquellas especies cuyo único mecanismo de regeneración es a través de la germinación de sus semillas, luego de alguna perturbación como fuego o colecta. Se debe conservar poblaciones no especies

7) El jardín botánico debe considerar como prioridad representar áreas ecológicas mediterráneas de gran riqueza florística. Que presenten especies endémicas y en peligro y que permita reflejar algo único en Sudamérica, enfatizando las zonas áridas.

**Agradecimientos proyecto** EXPLORA-ED7/02/001, NIH-NSF 2U01TW00316-10

## BIBLIOGRAFÍA

- Arroyo, M., Cavieres, L., Marticorena, C. and Muñoz, M. 1995. Convergence in de mediterranean floras in central Chile and California: insights from comparative biogeography. En: *Ecology and biogeography of mediterranean ecosystems in Chile, California and Australia*, Arroyo, M., Zedler, P and Fox, M. (editores). Springer-Verlag. Páginas 43-88.
- Arroyo, M. and Cavieres, L. 1997. The mediterranean type-climate flora of central Chile - What do we know and how can we assure its protection? *Noticiero de Biología de la Sociedad de Biología de Chile*. 5(2):48-56.
- Aschmann, H. 1991. Human impact on the biota of Mediterranean-climate regions of Chile and California. En: *Biogeography of Mediterranean invasions*. Groves, R. y di Castri, F. (ed). pp 33-42. Cambridge University Press. New York
- Cruz, A. y Moreno, J. 1997b. Seasonal course of TNC in *Erica australis*, a lignotuberous plant from western Spain. *Conférence on Mediterranean Type Ecosystems*. Proceedings, 21.
- Di Castri, F. 1968. Esquisse ecologique du Chili. En: *Biologie de l'Amerique Australe*, C. Oclamore et E. Rapaport (editores), Centre National de la Recherche Scientifique 4:7-52
- Fuentes, E., Avilés, R. y Segura, A. 1990. The natural vegetation of a heavily-man transformed landscape: the savanna of central Chile. *Interciencia* 15:293-295
- Fuentes, E. and Muñoz, M. 1995. The human role in changing landscapes in central Chile: implications for intercontinental comparisons. En: *Ecology and biogeography of mediterranean ecosystems in Chile, California and Australia*, Arroyo, M., Zedler, P and Fox, M. (editores). Springer-Verlag. Páginas 401-417.
- Jansen, M., Gaba, V. y Greenberg, B. 1998. Higher plants and UV-B radiation: balancing damage, repair and acclimation. *Trends in Plant Science* 3:131-135
- Keeley, S.C. and Johnson, A.W. 1977. A comparison of the pattern of herb and shrub growth in comparable sites in Chile and California. *Am. Mid. Nat.* 97:120-132
- Miller, P. 1981. Resource use by chaparral and matorral. A comparison of vegetation function in two mediterranean-type ecosystems. Springer, Berlin-Heidelberg-New York. 455 pp.
- Montenegro, G., Aljaro, M.E. and Kummerow, J. 1979. Growth vegetation in the Chilean matorral shrubs. *Bot. Gaz.* 140:114-119.
- Montenegro, G., Segura, B., Saenger, R. y Mujica, A. 1981. Xeromorfismo en especies arbustivas del Matorral chileno. *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso* 14:71-81
- Montenegro, G., Ávila, G. and Schatte, P. 1983. Presence and development of lignotubers in shrubs of the Chilean matorral. *Canadian Journal of Botany*. 61:1804-1808
- Montenegro, G. 1984. Atlas de Anatomía de Especies Vegetales Autóctonas de la Zona Central. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 154 pp.
- Montenegro, G. 1987. Quantification of Mediterranean plant phenology and growth. In Tenhunen, J.D., Catario, O., Lange, L. and Oechel, W.C. (eds.). *Plant Response to Stress: Functional Analysis in Mediterranean Ecosystems*. Vol 15G NATO ASI Series. Springer, Berlin. Páginas 469-488.
- Montenegro, G., Aljaro, M.E., Ávila, G. y Mujica, A.M. 1988. Las formas de las plantas y su potencial como recursos. En: *Ecología del paisaje de Chile central*. Fuentes, E. y Prenafréta, S. (editores). Ediciones de la Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. Páginas 65-80.
- Montenegro, G., Ávila, G., Aljaro, M.E., Osorio, R. and Gómez, M. 1989. Chile. In: *Plant phenomorphological studies in mediterranean-type ecosystems*. Orshan, G. (ed.) Kluwer Academic Publishers, The Netherlands. Páginas 347-387
- Montenegro, G. y Ginocchio, R. 1995. Ecomorphological characters as a resource for illustrating growth-form convergence in matorral, chaparral and malle. En: *Ecology and biogeography of Mediterranean ecosystems in Chile, California and Australia*. Arroyo, M. K., Zedler, P. y Fox, M. (ed.). pp 160-176. Springer-Verlag, New York
- Montenegro G. & Ginocchio R. 1998. Arquitectura metamérica en especies arbustivas de Ecosistemas Mediterráneos. *Procc. VI Congreso Latinoamericano de Botánica*. J. Missouri Botanical Garden (68)363-380.
- Montenegro, G., Gómez, M., Díaz, F.Y. Ginocchio, R. 2002. Regeneration potential of Chilean matorral after FIRE: an updated view. En: *Fire and Climatic Change in Temperate Ecosystems of the Western Americas*. Veblen, T., Baker, W., Montenegro, G. y Swetnam, T. (eds.). pp. 375-393. Ecological Studies 160. Springer, New York
- Poblete, V., Campos, V., González, L. and Montenegro, G. 1991. Anatomical leaf adaptations in vascular plants of a salt marsh in the Atacama Desert (Chile). *Revista Chilena de Historia Natural*, 64:65-75.
- Rodríguez, R., Matthei, O. y Quezada, M. 1983. *Flora Arbórea de Chile*. Editorial de la Universidad de Concepción, primera edición, Concepción. 408 páginas.



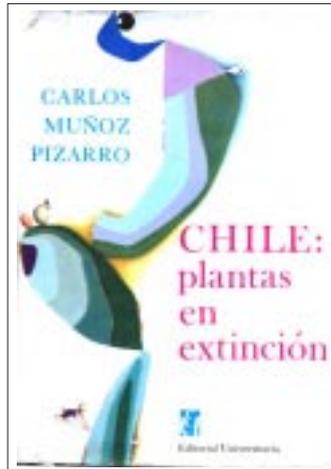
# ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FLORA MEDITERRÁNEA DE CHILE

**Andrés Moreira Muñoz y  
Mélida Muñoz Schick**

Museo Nacional de Historia Natural,  
Casilla 787, Santiago. mmunoz@mnhn.cl

Los ecosistemas mediterráneos están recibiendo cada vez mayor atención por parte de la comunidad científica internacional, debido a un número creciente de evidencias acerca de su alta riqueza de especies y altos niveles de endemismo. Las cinco zonas bajo influencia de clima mediterráneo en el mundo –la cuenca del Mar Mediterráneo, el sur de África, el sur y oeste de Australia, California y Chile central– ocupan una restringida superficie (5% mundial), sin embargo, constituyen el hábitat del 20% de la flora vascular global (Cowling *et al.* 1996). La alta riqueza de especies y el endemismo serían producto de la heterogeneidad topográfica y climática (Di Castri 1981), y por ello es que los ambientes mediterráneos se consideran en la actualidad de vital importancia para estudiar los efectos ecosistémicos del cambio climático global (Lavorel *et al.* 1998).

Los estudios comparativos en ambientes mediterráneos se iniciaron en la década del 70, pues ya se intuía que dichos estudios podían arrojar interesante información acerca de la convergencia de ecosistemas. Los primeros estudios comparaban precisamente las biotas de California y Chile central (Thrower & Bradbury 1977). La alta riqueza de especies y el endemismo registrado en Chile central se debería particularmente a los múltiples cambios sufridos por la vegetación mediterránea en los períodos Terciario y Cuaternario (Moreno *et al.* 1994, Villagrán 1995), y con esos antecedentes Chile central es considerado como uno de los centros mundiales de diversidad florística (Davis *et al.* 1997).



**Figura 1**  
Portada de la primera publicación que trata las especies chilenas amenazadas de extinción.

## AMENAZAS A LA FLORA DE CHILE MEDITERRÁNEO

Sin embargo, así como las condiciones de clima y suelos son propicias para el establecimiento y evolución de las especies, las regiones mediterráneas son también ideales para el establecimiento de la población humana; en Chile, el 80 % de la población se localiza entre las regiones de Atacama y Biobío (INE 2002). Estas regiones abarcan una superficie cercana a los 231.000 km<sup>2</sup>, correspondiendo casi exactamente a la zona mediterránea de Chile (Amigo & Ramírez 1998), la cual se caracteriza por el déficit hídrico de verano y las precipitaciones invernales. La

ocupación humana del territorio ha generado presión sobre las especies que comparten este espacio; y las ha llevado a condiciones de amenaza de extinción, es por ello que Chile mediterráneo es considerado hoy como una de las 25 regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad (*hot spots*) a escala mundial (Myers *et al.* 2000).

Ya en el siglo XIX eminentes naturalistas y botánicos advertían acerca de las amenazas que se cernían sobre nuestra flora (*e.g.* Gay 1838). Pero no sería sino hasta la década del 70, que el botánico Carlos Muñoz Pizarro pudo dar cuenta concretamente de la existencia de 58 especies en peligro de extinción en Chile (27 de ellas en Chile mediterráneo). (Figura 1). Posteriormente, en la década del 80, se realizaron los simposios nacionales que permitieron a la comunidad científica clasificar la flora y fauna amenazada según los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). El Libro Rojo de la Flora Terrestre considera un total de 46 especies arbóreas y arbustivas en categoría “en peligro de extinción” y “vulnerable”, entre Atacama y Biobío (Benoit 1989). Las cactáceas, bulbosas y

**Tabla 1**

Especies de flora nativa con problemas de conservación en Chile mediterráneo (Meléndez & Maldonado 1998).

Árboles y arbustos	46
Cactáceas	31
Bulbosas	25
Helechos	20

helechos fueron tratadas en un trabajo posterior (Tabla 1).

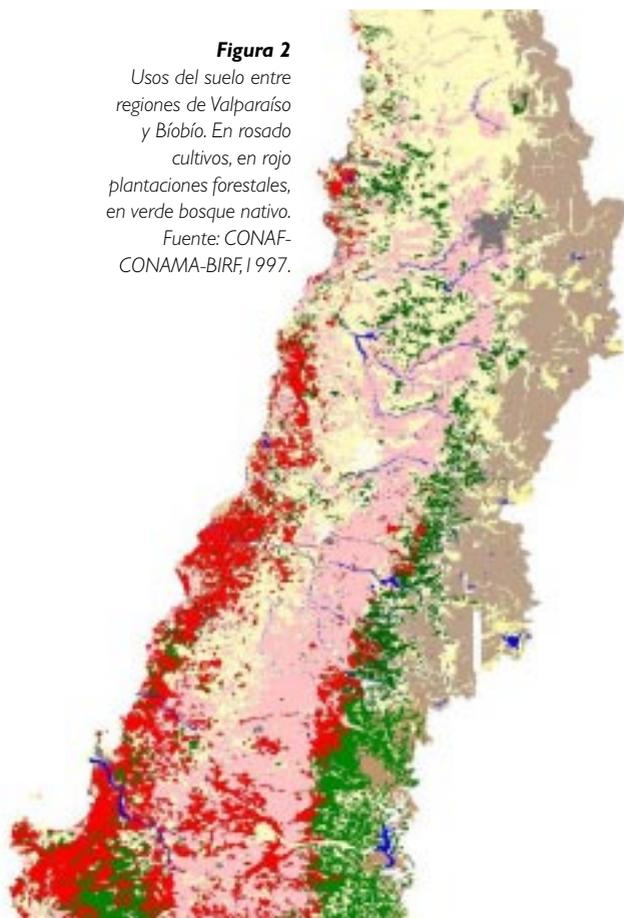
Un trabajo reciente realizado a una escala de mayor detalle, arroja como resultado 209 especies con problemas de conservación para la Región de Coquimbo (Squeo *et al.* 2001). Si se aplica el mismo método de evaluación al resto del territorio, no es difícil suponer que el número de especies chilenas amenazadas podría ser superior a mil... lo cual equivaldría a un quinto de la flora nativa de Chile. Como referencia, las especies protegidas en Francia son 429 (Danton & Baffray 1995), mientras que el último Libro Rojo de la Flora de Colombia considera 73 especies amenazadas, aunque solo para las familias Chrysobalanaceae, Dichapetalaceae y Lecythidaceae, que en conjunto corresponden apenas al 1% de la flora fanerogámica de Colombia, compuesta por más de 26.000 especies (Calderón *et al.* 2002).

Las razones de la disminución de especies son similares en todo el mundo, puesto que la especie humana ha modificado el clima, los ciclos biogeoquímicos, las comunidades bióticas y el paisaje a escala planetaria (Sala *et al.* 2000). Los bosques y matorrales esclerófilos de Chile central no son la excepción, puesto que han sido sometidos a una larga historia de explotación y modificación antrópica (Balduzzi *et al.* 1982, Fuentes *et al.* 1984). Para especies carismáticas como la palma (*Jubaea chilensis*), declarada Monumento Natural, existe suficiente información que confirma su indiscriminada explotación histórica (Venegas 2002).

En el caso de los bosques caducifolios, un ejemplo dramático es el del ruil (*Nothofagus alessandrii*) de la costa de la Región del Maule. Dicha especie ha sufrido la tasa de deforestación más alta documentada para el país (8,15% anual), y hoy en día hay solamente unas pocas hectáreas protegidas, rodeadas por una matriz

**Figura 2**

Usos del suelo entre regiones de Valparaíso y Biobío. En rosado cultivos, en rojo plantaciones forestales, en verde bosque nativo. Fuente: CONAF-CONAMA-BIRF, 1997.



de plantaciones forestales (Bustamante & Castor 1998). Al impacto humano se puede unir la condición natural de ciertas especies: es el caso del roble (*Nothofagus macrocarpa*) en el límite de su distribución norte. A la latitud de 33° S (cerros El Roble y La Campana), la regeneración es muy difícil, pues la especie se habría instalado antes del Pleistoceno bajo condiciones de clima diferentes, manteniéndose actualmente gracias a condiciones topográficas y de microclima favorables (Luebert *et al.* 2002). Estudios en el Cerro El Roble muestran una ausencia de individuos menores de 25 años y ausencia total de plántulas (Golowasch *et al.* 1982). La baja proporción de individuos juveniles sugiere que los episodios de regeneración ocurren esporádicamente, pero estudios adicionales en La Campana (Casassa 1985) muestran que también han sido muy afectados por la extracción humana, lo que se desprende de la coetaneidad de los troncos mayores. Por lo tanto, la especie se encuentra bajo un alto riesgo de desaparición en su límite de distribución, puesto



**Tabla 2**

Superficie regional protegida de Chile continental

Tarapacá	10,72
Antofagasta	2,81
Atacama	1,85
Coquimbo	0,37
Valparaíso	1,70
Metropolitana	0,86
O'Higgins	2,94
Maule	0,62
Biobío	2,28
Araucanía	9,32
Los Lagos	9,05
Aisén	47,80

que las condiciones climáticas actuales son desfavorables para la implantación de nuevos miembros en la población.

Los casos mencionados son para especies arbóreas, las cuales usualmente concitan mayor atención, otorgándose poca importancia otros casos como el alto número de especies de orquídeas amenazadas por el avance de la urbanización en la costa de la región de Valparaíso.

Una imagen de los usos del suelo en Chile central muestra el remanente de bosque nativo muy fragmentado y confinado a las quebradas más abruptas de los cerros de ambas cordilleras (CONAF-CONAMA-BIRF 1997) (Figura 2). Junto con esto, la presencia de malezas introducidas es alta incluso en ambientes cordilleranos alejados de los valles agrícolas (Muñoz Schick *et al.* 2000).

Para la Región de Coquimbo, un análisis de los usos del suelo muestra que el territorio regional se encuentra casi en un 27% dedicado a la actividad agrícola, mientras que el pastoreo afecta a un 69% de la región (Jorquera 2001). La situación de esta región es altamente preocupante, pues tal como refleja la Tabla 2, en comparación, las áreas protegidas ocupan en ella una superficie inferior al 0,4% del territorio regional! Más al sur, en la cuenca del río Aconcagua, los cultivos de frutales y paltos están ocupando, gracias al avance tecnológico, altas pendientes antes impensadas, desplazando completamente la vegetación nativa en amplias extensiones. Como esto se hace sin el menor cuidado por la protección de suelos, es esperable, en el mediano plazo, que junto con la pérdida de biodiversidad se generen graves problemas de erosión y embancamiento de esteros. Este constituye un tema

de investigación y planificación territorial altamente prioritario.

## CONSERVACIÓN *IN SITU*: ÁREAS PROTEGIDAS DEL ESTADO

Si bien la creación de áreas protegidas es de antigua data en la historia de la humanidad, se considera que el concepto moderno de áreas protegidas, asociado a áreas silvestres en las cuales se restringe la actividad humana, se remonta a la creación del Parque Nacional Yellowstone en 1872, en EE.UU (Pauchard & Villarroel 2002). Siguiendo la tendencia mundial, en 1925 se creó en Chile el Parque Nacional Benjamín Vicuña Mackenna (hoy parte de Huerquehue) y en 1926 el Parque Nacional Vicente P. Rosales. La creación de áreas protegidas tuvo un notable crecimiento en la década del 60 (Mardones & Henríquez 1996), pero debido a la alta competencia por los usos productivos del suelo, en la zona central de Chile se logró crear en esos años muy pocas áreas protegidas, situación que no ha sido revertida hasta el día de hoy: entre la Región de Atacama y la del Biobío existen actualmente 30 áreas protegidas, que en ninguna región sobrepasan el 4% de superficie regional. Esto constituye un alto contraste con las regiones extremas del país, como Magallanes, que posee más del 50% de su superficie protegida (CONAF 2003) (Tabla 2).

## OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ÁREAS PROTEGIDAS

La competencia por los usos del suelo es uno de los problemas clave en el diseño de un sistema de áreas protegidas que sea representativo de los ecosistemas del país. Como es lógico, la escasez de áreas protegidas en Chile mediterráneo redundó en que la mayor parte de sus formaciones vegetacionales se encuentran escasamente representadas (Luebert & Becerra 1998). Ello a pesar de que la comunidad científica ha definido 63 sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad en esta macrozona (Muñoz *et al.* 1996). En la práctica, es muy difícil que estos sitios pasen a formar parte del sistema de áreas protegidas, puesto que la mayor parte de ellos son de propiedad privada y el sistema ha sido creado principalmente sobre terrenos fiscales, para evitar el costo de la expropiación. Y aunque se logre incorporar nuevos sitios al sistema, es muy improbable que se consiga un buen manejo al interior de ellos, debido a los problemas de financiamiento y gestión que afectan al sistema (CONAF 1997). Una



opción que se está expandiendo notablemente es la participación de los agentes privados, desplazando las acciones de conservación de la biodiversidad más allá de los límites de las áreas protegidas (Sepúlveda *et al.* 1999). Un buen ejemplo lo constituye uno de los sitios prioritarios designados por la comunidad científica (Muñoz *et al.* 1996), el cerro El Roble, el cual fue declarado el año 2001 como Santuario de la Naturaleza, por expresa solicitud de los propietarios. Aun así, es poco probable que este ejemplo se repita en los otros sitios prioritarios de la región y las otras regiones de la zona mediterránea. Y el tema de la gestión, tanto de áreas protegidas públicas como privadas, es uno de los temas más complejos y difícil de resolver sin una importante inyección de recursos.

### CONSERVACIÓN *EX SITU*

Debido a los problemas mencionados, para llegar a un adecuado diseño y mantención de un sistema nacional de conservación de biodiversidad, es que se hace necesario contar con un sistema complementario de conservación *ex situ* (fuera del sitio). Esto significa, para el caso de la flora, la mantención de germoplasma en centros de conservación de semillas y la conservación de especies en jardines botánicos. La tradición de los jardines botánicos se remonta a varios siglos, pues los más afamados jardines europeos datan del siglo XVI—por ejemplo el Jardín Botánico de Pisa, Italia, fundado en 1543, o el Jardín Real de Plantas Medicinales de París, fundado en 1635—. También se sabe que los antiguos griegos gustaban del cultivo de las flores, e incluso hay antecedentes de antiquísimos jardines dedicados al cultivo de plantas medicinales, como el caso del Jardín del Emperador chino Shen Ming, establecido alrededor de 2.800 años antes de Cristo (Muñoz 1953).

En Chile, la primera iniciativa conocida lo constituyó el Jardín Botánico que iniciara R.A. Philippi en la década de 1880 en la Quinta Normal, en el cual se llegó a cultivar 2.196 especies de todo el mundo, con árboles tan atractivos como el tamarindo, el jengibre, el añil, el alcanforero, el pistacho, el fresno de flor, así como muchas especies suculentas y herbáceas, tanto

**Figura 3**

*Tecophilaea cyanocrocus*, especie extinta en Chile central (Benoit 1989)



extranjeras como chilenas (Philippi 1884). Luego vendrían el Jardín Botánico de Valdivia y el Jardín Botánico Nacional, localizado en Viña del Mar. En este último se ha llevado a cabo con éxito la propagación de importantes especies de las islas de Juan Fernández, altamente amenazadas de extinción.

Existen casos de especies prácticamente extintas en el medio natural, que se conservan en varios jardines botánicos del mundo, como es el caso de *Tecophilaea cyanocrocus*, (Figura 3), endémica de los alrededores de Santiago y hoy en día una especie muy difícil de encontrar en terreno (Eyzaguirre 2002).

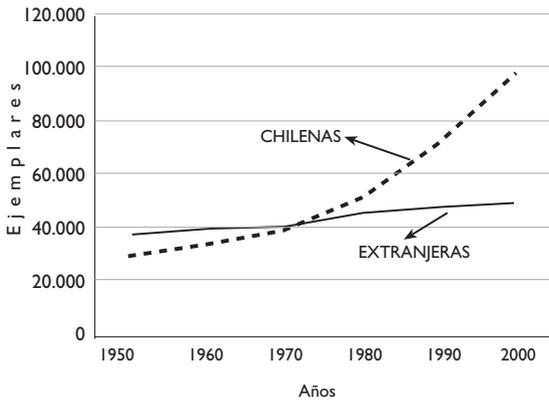
### INFORMACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN

Si bien los libros rojos se han transformado en la herramienta más útil para divulgación del estado de conservación de las especies, y para la toma de decisiones en este sentido, no es menos cierto que constituyen aún hoy una herramienta de difícil aplicación cuando el conocimiento acerca de las especies es limitado. La información requerida para clasificar las especies es bastante compleja, pues requiere cuantificar parámetros poblacionales y se encuentra sometida a un alto grado de incertidumbre (Colyvan *et al.* 1999). Aun así, son notables los esfuerzos por adaptar los criterios de la UICN (Marquet 2000) y aplicarlos en casos concretos (Squeo *et al.* 2001). Un enfoque alternativo que no requiere tanta información es el análisis de rareza (Rabinowitz *et al.* 1981), que ha sido aplicado en Chile tanto para fauna (Cofré & Marquet 1999) como para



### Gráfico 1

Gráfico de Incremento de Colecciones del Herbario Nacional



flora (Hernández 2003). Tanto en el diseño de libros rojos como en los análisis de rareza, uno de los temas básicos de información corresponde a la distribución geográfica de las especies. Es por ello que la información existente en los herbarios se hace cada día más importante en su relación con la conservación (Katinas 2001). Los herbarios constituyen de por sí una iniciativa de conservación *ex situ*, puesto que dichas colecciones de plantas guardan muestras de la diversidad florística de una región o país, y conservan los ejemplares tipo, que son aquellos que dan el nombre e identidad a cada especie. En el caso del Herbario Nacional, depositado en el Museo Nacional de Historia Natural, posee ejemplares colectados desde 1828 (de José Bertero) hasta la fecha, comprendiendo actualmente 82.800 registros de plantas vasculares, esto es, una muestra completa de la flora de Chile (más de 5.000 especies, subespecies y variedades). (Gráfico 1).

Últimamente se ha avanzado en la organización y automatización del Herbario Nacional, de forma que se cuenta actualmente con bases de datos de casi 40.000 registros de ejemplares. Con la información de los ejemplares es posible generar mapas de distribución de la mayoría de las especies, recreando de esta forma su área máxima de ocupación. Así se puede deducir las necesidades de ampliación del sistema de áreas protegidas sobre la base de especies focales, así como descubrir las áreas pocos estudiadas y aquellas que concentran la flora endémica, y por lo tanto, prioritarias para ser protegidas (Pliscoff 2003). Un ejercicio realizado recientemente con 30 especies chilenas

amenazadas, muestra que muchas de ellas no se encuentran representadas en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) (Muñoz & Moreira 2002), lo mismo que sucede para varias especies pertenecientes a géneros endémicos (Muñoz & Moreira 2001). Tanto las especies amenazadas como aquellas endémicas que no se encuentran representadas en el SNASPE, pueden considerarse como especies de alta prioridad en el accionar del Jardín Botánico Chagual. Muchas de ellas tienen un alto potencial ornamental, así como usos actuales o pasados, de forma que es muy probable, a través de un adecuado programa de educación, mejorar su valoración por parte de la población de Santiago y del país en general.

### COMENTARIO FINAL

Si bien la representatividad de ecosistemas ha sido uno de los enfoques más utilizados en los últimos años para el diseño de sistemas de áreas protegidas que cumplan en forma óptima con el objetivo de conservación de biodiversidad, se ha visto en la práctica que son muchos los factores que influyen en la creación de un sistema adecuado. Incluso un sistema que represente en forma satisfactoria los diferentes ecosistemas de un país, se encuentra sometido a cambios ambientales de mediano y largo plazo que atentan contra su objetivo. Es por ello que están surgiendo enfoques que buscan tanto la representatividad como la persistencia en el tiempo (e.g. Cowling *et al.* 1999). Pero aun los enfoques más modernos no pueden solucionar completamente el tema de la incertidumbre en el largo plazo de las iniciativas de conservación *in situ*. Es por ello que al mismo tiempo que se fortalecen los sistemas de áreas protegidas, se desarrollan iniciativas de conservación *ex situ* complementarias a las primeras. En este sentido los jardines botánicos cobran una importancia crucial en el desarrollo sustentable de una nación. Tan importante como el hecho de conservar especies *per se*, es su rol social a través del potencial educativo: es imperioso que se conozcan las plantas nativas, sus usos, su forma de propagación y cultivo, sus beneficios ambientales, las amenazas que las afectan y su estado de conservación. Los jardines botánicos deben articularse con las iniciativas de conservación *in situ*, en una Estrategia Nacional de Conservación de Biodiversidad. Ello demostraría una intención real de la nación de cumplir con los compromisos ambientales suscritos internacionalmente, y cumplir con el rol de



apoyo a la educación de la población. Un jardín botánico bien dotado y organizado, atractivo y abierto al público, es, antes que todo, una imperiosa necesidad social.

**Agradecimientos:** Proyecto de Organización del Herbario Nacional, 1ª etapa financiado por Fundación Andes 2001-2002; 2ª etapa financiada por la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos (DIBAM) 2003.

### Referencias bibliográficas

Amigo J & C Ramírez. 1998. A bioclimatic classification of Chile: woodland communities in the temperate zone. *Plant Ecology* 136: 9-26.

Balduzzi A, R Tomaselli, I Serey & R Villaseñor. 1982. Degradation of the mediterranean type vegetation in central Chile. *Ecología Mediterránea* 8 (112): 223-240.

Benoit I (ed.) 1989. Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. Corporación Nacional Forestal. Santiago. 157 pp.

Bustamante RO & C Castor. 1998. The decline of an endangered temperate ecosystem: the ruiñ Nothofagus alessandrii forest in central Chile. *Biodiversity and Conservation* 7: 1607-1626.

Calderón E, G Galeano & N García (eds.) 2002. Libro Rojo de plantas fanerógamas de Colombia. Vol 1: Chrysobalanaceae, Dichapetalaceae y Lecythidaceae. Inst. von Humboldt, Inst. de Cs. Naturales, Ministerio del Medio Ambiente. 218 pp.

Casassa I. 1985. Estudio demográfico y florístico de los bosques de Nothofagus obliqua (Mirb.) (Oerst) en Chile central. Tesis de Magíster en Ciencias Biológicas mención Botánica, Facultad de Ciencias, U. de Chile.

Cofré H & P Marquet. 1999. Conservation status, rarity and geographic priorities for conservation of Chilean mammals: an assesment. *Biological Conservation* 88:53-68.

Colyvan M, MA Burgman, Ch R Todd, H Resit Akcakaya & Ch Boek. 1999. The treatment of uncertainty and the structure of the IUCN threatened species categories. *Biological Conservation* 89: 245-249.

CONAF. 1997. Evaluación de la Situación del Manejo en el Sistema de Áreas Silvestres Protegidas del Estado. 36 pp.

CONAF. 2003. Localización y Superficie de las Áreas Silvestres Protegidas del Estado. Gerencia de Operaciones, Depto. Patrimonio Silvestre.

CONAF-CONAMA-BIRF. 1997. Catastro y Evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile. [www.conaf.cl](http://www.conaf.cl).

Cowling RM, PW Rundel, BB Lamont, MK Arroyo & M Arianoutsou. 1996. Plant diversity in mediterranean-climate regions. *Trends in Ecology and Evolution* 11 (9): 362-366.

Cowling RM, RL Pressey, AT Lombard, PG Desmet & AG Ellis. 1999. From representation to persistence: requirements for a sustainable system of conservation areas in the species-rich mediterranean-climate desert of southern Africa. *Diversity and Distributions* 5: 51-71.

Danton P & M Baffray. 1995. Inventaire des Plantes protégées en France. Yves Rocher, AFCEV, Nathan, 293 pp.

Davis SD, VH Heywood, O Herrera Macbryde, J Villa-Lobos & AC Hamilton (eds.) 1997. Centres of Plant Diversity: a guide and strategy for their conservation. Vol 3: The Americas. WWF UICN.

Di Castri F. 1981. Mediterranean-type shrublands of the world. En: F di Castri, DW Goodall & RL Specht (Eds.) Mediterranean-type shrublands. Elsevier, Amsterdam, pp. 1-52.

Eyzaguirre, MT & R García de la Huerta. 2002. Tecophialea cyanocrocos Leyb. (Tecophilaeaceae) redescubierta en su hábitat natural. *Gayana Botánica* 59 (2): 73-77.

Fuentes ER, GA Espinoza & I Fuenzalida. 1984. Cambios vegetacionales recientes y percepción ambiental: el caso de Santiago de Chile. *Rev. de Geografía Norte Grande* 11: 45-53.

Gay Claudio. 1838. Sobre las causas de la disminución de los montes en la provincia de Coquimbo. En: Squeo FA, G Arancio & J Gutiérrez (eds.) 2001. Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo. Pp 281-286.

Golowasch J, M Kalin, C Villagrán & J Armesto. 1982. Características demográficas de una población de Nothofagus obliqua (Mirb.) Blume var. macrocarpa DC. en el Cerro El Roble (33° lat. S) en Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural* 39: 37-44.

Hernández C. 2003. Relación entre distribución y posición filogenética en las especies del género Tropaeolum, sección chilensis. Tesis de Magíster en Ciencias Biológicas con mención en Ecología y Biología Evolutiva, Fac. Ciencias, U. de Chile.

INE. 2002. Censo 2002. Resultados. Tomo I: Población. Instituto Nacional de Estadísticas, Chile.

Jorquera C. 2001. La agricultura regional y el deterioro de la vegetación nativa: una visión actualizada. En: Squeo FA, G Arancio & J Gutiérrez (eds.) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo. Pp. 239-251.

Katinas L. 2001. El Herbario: significado, valor y uso. *Probiota serie Técnica y Didáctica* 1: 1-11.

Lavorel S, J Canadell, S Rambal & J Terradas. 1998. Mediterranean terrestrial ecosystems: research priorities on global change effects. *Global Ecology and Biogeography Letters* 7 (3): 157-166.

Luebert F & P Becerra. 1998. Representatividad vegetal del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE). En Chile. *Ambiente y Desarrollo* 14 (2): 62-69.

Luebert F, M Muñoz-Schick & A Moreira-Muñoz. 2002. Vegetación y Flora de La Campana. En: Elórtégui S & A Moreira Muñoz (eds.) Parque Nacional La Campana: origen de una Reserva de la Biosfera en Chile central. Taller La Era, pp. 36-69.

Mardones G & C Henríquez. 1996. Áreas Silvestres Protegidas de Chile. Serie de Monografías, Doc. de trabajo N° 1. CODEFF, 29 pp.

Marquet P. 2000. Informe Final: Elaboración del Anteproyecto de Reglamento que fija los Procedimientos para la clasificación de



- fauna y flora silvestres en categorías de conservación. CONAMA, Santiago.
- Meléndez R & V Maldonado. 1998. Especies Nativas Chilenas de Líquenes, Pteridophytas, Cactáceas, Bulbosas, Crustáceos y Peces de Aguas Continentales agrupadas de acuerdo a su Estado de Conservación. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*, 47: 123-138.
- Moreno P, C Villagrán, P Marquet & L Marshall. 1994. Quaternary paleobiogeography of northern and central Chile. *Rev. Chilena de Historia Natural* 67: 487-502.
- Muñoz Schick M, H Núñez & J Yáñez (eds.) 1996. Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica de Chile. CONAF, 203 pp.
- Muñoz Schick M, A Moreira Muñoz, C Villagrán & F Luebert. 2000. Caracterización florística y pisos de vegetación en los Andes de Santiago, Chile central. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile)* 49: 9-50.
- Muñoz Schick M & A Moreira Muñoz. 2001. Géneros endémicos de Monocotiledóneas de Chile. En línea: <http://www.mnhn.cl/apuntes/botanica/Resultados.htm>.
- Muñoz Schick M & A Moreira Muñoz. 2002. El Herbario Nacional y la conservación de la flora de Chile. En línea: <http://www.mnhn.cl/botanica/Herbario/index.html>.
- Muñoz Pizarro C. 1953. Jardines Botánicos. *Rev. Simiente* vol. XXII, N° 1-2: 167-173.
- Muñoz Pizarro C. 1973. Chile: plantas en extinción. Ed. Universitaria, 248 pp.
- Myers N, RA Mittermeier, CG Mittermeier, GAB da Fonseca & J Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Pauchard A & P Villaruel. 2002. Protected Areas in Chile: history, current status and challenges. *Natural Areas Journal* 22: 318-330.
- Philippi F. 1884. Memoria Catálogo de las Plantas Cultivadas en el Jardín Botánico hasta el 1° de Mayo de 1884. Imprenta Nacional, Santiago de Chile, 83 pp.
- Pliscoff P. 2003. Priorización de áreas para fortalecer la conservación de la flora arbórea nativa en la zona mediterránea de Chile. Tesis de Magíster en Ciencias Biológicas, mención en Ecología y Biología Evolutiva, Fac. Ciencias, U. de Chile.
- Rabinowitz D. 1981. Seven forms of rarity. En: *The Biological Aspects of Rare Plant Conservation* (Ed. H. Synge), pp 205 - 217. John Wiley & Sons Ltd.
- Sala OE, FS Chapin III, JJ Armesto, E Berlow, J Bloomfield, R Dirzo, E Huber-Sanwald, LF Huenneke, RB Jackson, A Kinzig, R Leemans, DM Lodge, HA Mooney & DH Wall. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287: 1770-1774.
- Squeo FA, G Arancio & J Gutiérrez (eds.) 2001. Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo. Gobierno Regional de Coquimbo, CONAF Coquimbo, Universidad de La Serena. 372 pp.
- Thrower NJW & DE Bradbury (Eds.) 1977. *Chile-California Mediterranean Scrub Atlas: a Comparative Analysis*. US/IBP Synthesis Series 2. Pennsylvania, USA. 237 pp.
- Venegas, F. 2002. Los ecos históricos de La Campana. En: Elórtégui S & A Moreira Muñoz (eds.) *Parque Nacional La Campana: origen de una reserva de la biosfera en Chile central*. Taller La Era, pp. 139-149.
- Villagrán C. 1995. Quaternary History of the Mediterranean Vegetation of Chile. En: Arroyo MTK, PH Zedler & MD Fox (eds.) *Ecology and Biogeography of Mediterranean Ecosystems in Chile, California and Australia*. Springer-Verlag, pp. 3-20.



# CONSERVACIÓN EN BANCOS DE SEMILLAS DE PLANTAS EN RIESGO DE EXTINCIÓN DE LAS ZONAS ÁRIDAS DE CHILE

Pedro León-Lobos<sup>1</sup>, Michael Way<sup>2</sup> y Hugh W. Pritchard<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Banco Base de Semillas, Centro Regional de Investigación INTIHUASI, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Casilla 36-B, La Serena, Chile. pleon@intihuasi.inia.cl <sup>2</sup>Seed Conservation Department, Royal Botanic Gardens Kew, UK, Wakehurst Place, Ardingly, Haywards Heath, West Sussex RH17 6TN, UK.

Gran parte de los esfuerzos de conservación de la diversidad biológica a nivel nacional deben estar dirigidos a mantener las especies, procesos ecológicos y el potencial evolutivo en condiciones *in situ*. Sin embargo, debido a la creciente e intensa presión sobre los ecosistemas naturales en Chile y a la incompleta representación de plantas endémicas y en riesgo de extinción en las áreas silvestres protegidas (Benoit 1996), la conservación *ex situ*, en jardines botánicos y bancos de semillas, representa, en algunos casos, el último refugio para la sobrevivencia para especies al borde de la extinción.

La conservación *ex situ* es entendida como un respaldo de la diversidad genética *in situ* para reducir el riesgo de extinción. Permite reducir la presión de recolección, aumenta la probabilidad de investigación y utilización del material genético conservados, a su vez que posibilita un mayor control al acceso a los recursos genéticos (Linington & Pritchard 2001). Las semillas conservadas pueden ser destinadas a investigación, reintroducción de poblaciones y restauración de comunidades así como domesticación y mejoramiento (Figura 1).

Los bancos de semillas representan un método fácil, seguro y de baja relación costo-beneficio (FAO 1996; Hong, Linington & Ellis 1998; Linington & Pritchard 2001). Puede ser aplicada a un amplio rango de especies de una forma fácil y universal, y se puede conservar gran parte o toda la diversidad genética intra e interespecífica por largos periodos de tiempo sin intervención alguna (Linington & Pritchard 2001). Sin embargo, esto en ningún caso puede significar

disminuir los esfuerzos por conservar *in situ*.

## REQUISITOS PARA CONSERVACIÓN EN BANCOS DE SEMILLAS

Con el fin de asegurar una efectiva conservación a largo plazo en bancos de semillas, los materiales colectados *in situ* deben cumplir los siguientes requisitos:

### a) Tolerar las condiciones de almacenamiento

El éxito de la conservación en bancos de semillas se basa en la capacidad de las semillas de tolerar desecación a muy bajos contenidos de humedad (contenidos de humedad en equilibrio con 10% de humedad relativa (HR)). Esto permite que sean almacenadas a bajas temperaturas (-18°C) por largos periodos de tiempos sin que su viabilidad se vea afectada. Las semillas de este tipo fueron clasificadas por Roberts (1973) como ortodoxas o tolerantes a la desecación. Una respuesta ortodoxa característica es la que muestran especies de *Nothofagus* chilenos, como *N. alpina* (Figura 1), cuyas semillas sobreviven muy secas (9.7 a 3.1% contenido de humedad) y a muy baja temperatura (-10° a -20°C) por periodos superiores a dos años (León-Lobos, 2000). Semillas ortodoxas aparentemente son bastante comunes en la flora mundial (Hong *et al.* 1996), lo que posibilitaría su conservación en bancos de semillas. Sin embargo, se requiere evaluar experimentalmente la respuesta de las semillas al secado y almacenamiento en frío. Esto porque aunque la mayoría, pero no todas, de las especies presentan semillas ortodoxas, existen otras especies cuyas semillas mueren inmediatamente si son desecadas. Semillas de estas especies que no toleran desecación son conocidas como recalcitrantes (Roberts 1973). La conservación en bancos de semillas no es factible para semillas recalcitrantes. Un ejemplo de semillas recalci-trantes es *Araucaria araucana* (Tompsett 1984).

Se tiene conocimiento sobre la respuesta de las semillas



al almacenamiento para un número muy reducido de la flora de Chile (ver Hong *et al.* 1998). Por ejemplo, de un total de 69 especies arbóreas y arbustivas en riesgo de extinción (*i.e.* vulnerables, raras y en peligro) (Benoit 1989), solo existe información o evidencia sobre respuesta almacenamiento para *Nothofagus leonii* y *N. glauca* (Ortodoxas, León-Lobos 2000), *Myrciantes coquimbensis* (Recalcitrante, Arancio *et al.* 2001), además de *Araucaria araucana* (Recalcitrante, Tompsett 1984). El escaso conocimiento que se tiene sobre la conducta de almacenamiento de semillas en la flora chilena y en particular para las especies en riesgo de extinción refuerza aún más la necesidad de realizar este tipo de estudios.

### b) Alta calidad de semillas

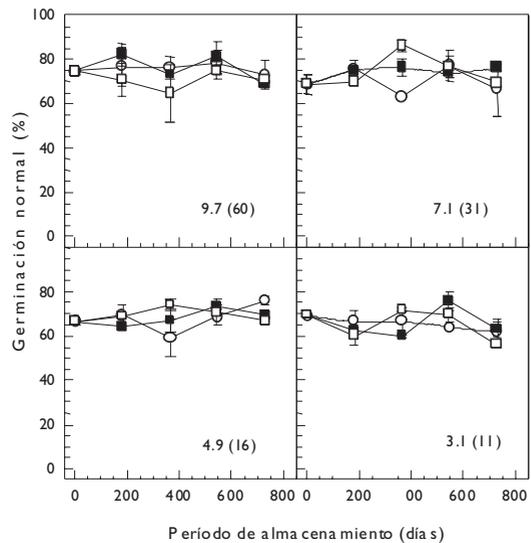
Una efectiva conservación implica asegurar la viabilidad de las semillas almacenadas en el largo plazo, por al menos 100 años. Para esto, se debe contar con una alta calidad inicial de las semillas a ser conservadas. Por calidad inicial entendemos semillas no atacadas por insectos u hongo, y semillas maduras y viables.

Durante su desarrollo las semillas adquieren la capacidad para germinar durante el período de acumulación de reservas (Figura 2.) Sin embargo, las semillas cosechadas en esta etapa no pueden sobrevivir el secado rápido. La capacidad de las semillas para tolerar el proceso de deshidratación aumenta progresivamente y muchas semillas ortodoxas logran una total tolerancia a la desecación cerca al punto de máximo peso seco (en el período de acumulación de reservas). Al final de este período, la mayoría de las semillas ortodoxas muestran altos niveles de viabilidad y pueden ser desecadas sin riesgo de pérdida de viabilidad. Sin embargo, las semillas recolectadas en esta etapa no pueden almacenarse por largos períodos.

La longevidad potencial de las semillas aumenta durante la fase posterior a la abscisión, alcanzando su máximo valor aproximadamente en el punto de dispersión natural.

Debe tomarse en cuenta que el momento exacto en que tienen lugar los procesos de desarrollo de la semilla varía de acuerdo a la especie, y que también existe una

**Figura 1**  
Sobrevivencia de semillas de *Nothofagus alpina* almacenadas a bajos contenidos de humedad (<10%) y temperaturas (? 0°C; -10°C; -20°C). Contenidos de humedad (borde inferior



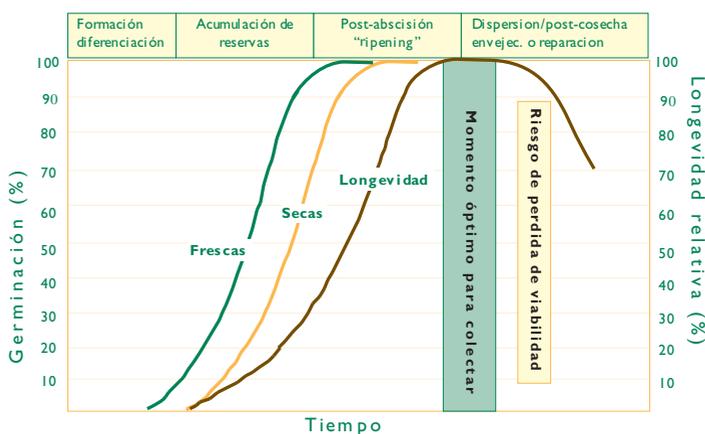
considerable variación en el desarrollo de las semillas y los frutos en la misma planta, especialmente en el caso de las plantas silvestres.

La calidad de las semillas durante la etapa posterior a la dispersión dependerá de las condiciones ambientales a que estén sometidas. Bajo condiciones húmedas, el contenido de humedad de las semillas se elevará, dando como resultado una aceleración en los procesos de envejecimiento y una disminución en la longevidad. Por esto no es recomendable coleccionar semillas desde el suelo para fines de conservación.

### c) Muestras representativas de la diversidad genética *in situ*

Uno de los objetivos centrales de la conservación *ex situ* es mantener en el largo plazo muestras representativas de la diversidad genética presente *in situ*. En este sentido la estrategia de muestreo, al momento de coleccionar dicha diversidad, es un paso clave para recoger la diversidad genética que asegure la mantención de la constitución e integridad genética, y la capacidad adaptativa de la población.

Al momento de coleccionar se debe considerar el nivel de diversidad genética (*i.e.* número de alelos distintos para un locus determinado) y cómo esta se distribuye entre y dentro de poblaciones. Desafortunadamente, para muchas de las especies, esta información es desconocida. Estudios han encontrado cierta relación entre diversidad genética con características biológicas (forma de vida, sistema reproductivo) y ecológicas (tipo de distribución, sistema de dispersión de semillas) de las especies (Ej. Hamrick *et al.* 1991). Sin embargo, información sobre



**Figura 2**

Esquema representando los cambios en la respuesta a la desecación (germinación de semillas secas) y sobrevivencia a almacenamiento (longevidad de semillas) durante el proceso de desarrollo y maduración de semillas.

biología y ecología también es desconocida para la mayoría de las especies. Aunque, estas relaciones pueden servir de guía al momento de definir una estrategia de muestreo. Por ejemplo, hierbas anuales y perennes concentran una mayor diversidad genética entre poblaciones que dentro poblaciones comparado con las plantas leñosas. Así mismo, en plantas de autopolinización la diversidad genética es, en general, mayor entre poblaciones que dentro de estas comparado con plantas alógamas (Hamrick *et al.* 1991).

Una estrategia de muestro que recoja la diversidad genética representativa de una especie debe considerar la extensión de esta diversidad genética entre poblaciones, así como su variación entre y dentro poblaciones (Brown & Marshall 1995). Considerando la existencia de cierta correlación entre tamaño poblacional y diversidad genética (Brown & Briggs 1991), el problema central en una estrategia de muestreo es definir el tamaño de muestra mínimo que contenga la diversidad genética representativa deseada. A nivel poblacional, Marshal & Brown (1975) proponen coleccionar semillas de entre 50-100 individuos muestreados al azar, para recoger todos los alelos comunes (con una frecuencia mayor a 0.05-0.1) a una probabilidad de 0.90-0.95. Para el caso de especies raras y en peligro de extinción es normalmente difícil obtener estos valores. En estos casos, un tamaño de muestra de 15 plantas por población o 10 plantas por población de 5 poblaciones es lo mínimo recomendable (Brown & Briggs 1991). Por supuesto, estos valores deben ser aumentados dependiendo del

sustanciales de diversidad genética en la muestra colectada (Brown & Briggs 1991, Brown & Marshall 1995).

El departamento de Semillas del Royal Botanic Gardens Kew (RBG Kew) propone coleccionar 7.500 semillas por muestra para conservación a largo plazo. Esto con el fin de cumplir con los requerimientos de conservación, mantención y distribución (Tabla 1). Claramente, es un tamaño de muestra deseable. Sin embargo, para especies en peligro de extinción, muestras de 1.500 semillas es también un mínimo aceptable para estos fines.

### ESFUERZOS EN CONSERVACIÓN EN BANCOS DE SEMILLAS EN CHILE

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) posee un sistema de conservación de germoplasma vegetal, principalmente por semillas, que ha posibilitado

**Tabla 1**

Tamaño de muestras deseado para conservación a largo plazo en bancos de semillas.

Actividad	Descripción	Semillas requeridas
Conservación	Colección base	500
Mantención	Protocolos de germinación.	100
	Evaluación de viabilidad por 200 años	650
Duplicado	Conservación y mantención	1.150
Distribución	50 semillas por muestras	
	distribuidas año por medio	5.000
Total		7.400



rescatar y mantener germoplasma valioso de plantas cultivadas y silvestres. Este sistema está conformado por tres bancos activos y un banco base. Por sus condiciones de almacenamiento (baja humedad relativa (10%) y baja temperatura (-18°C)), en el banco base es posible conservar semillas a largo plazo, por períodos superiores a 100 años.

Esta infraestructura junto a las capacidades técnicas formadas han permitido fortalecer una línea de trabajo en colecta y conservación de plantas nativas y particularmente endémicas a Chile. Con apoyo del RBG Kew del Reino Unido, desde fines de 2001, INIA ejecuta un proyecto a largo plazo cuyo objetivo general es conservar en bancos de semillas recursos genéticos endémicos, vulnerables y en peligro de extinción de las zonas desértica y mediterránea de Chile. Este proyecto es parte de un Convenio entre ambas instituciones, que además incluye un contrato de acceso a recursos genéticos en el marco de lo establecido por el Convenio sobre la Diversidad Biológica de 1992.

El proyecto está centrado en las áreas de a) colecta y conservación de semillas, b) investigación en biología de semillas, c) creación de base de datos con información de las especies colectadas, y d) capacitación.

Se ha priorizado coleccionar muestras representativas de: especies raras, vulnerables y en peligro de extinción, así como especies endémicas y nativas con un potencial de uso forrajero, ornamental y alimenticio. A la fecha se han coleccionado muestras de unas 150 especies nativas varias de las cuales están con problemas de conservación. Estas muestras están depositadas para su conservación a largo plazo en el banco base que INIA posee en la ciudad de Vicuña y un duplicado en el banco de semillas del RBG Kew (Inglaterra).

Uno de los objetivos del proyecto, en el mediano plazo, es ampliar la participación a otras instituciones y personas relacionadas con conservación de la diversidad biológica. En este sentido, en marzo de 2002 se dio un primer paso al impartir por una semana un Curso Taller sobre colecta de semillas de plantas nativas para conservación *ex situ*, el cual contó con la participación de 14 profesionales (potenciales colectores de semillas) de diversas universidades e instituciones de investigación del país. A corto plazo se espera conformar una red de colectores de semillas con el fin de incrementar sustancialmente la capacidad de colecta y conservación de especies nativas y endémicas de Chile.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a los directivos del Jardín Botánico Chagual por su invitación a escribir este trabajo. La redacción de este trabajo contó con el apoyo del Proyecto Millennium Seed Bank del Royal Botanic Garden Kew.

### Bibliografía

Arancio G, M Muñoz & F Squeo (2001) Descripción de Algunas Especies con Problemas de Conservación en la IV Región de Coquimbo, Chile. En: Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo: 63-103. Squeo FA, G Arancio & JR Gutiérrez (Eds.). Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile.

Benoit I (1989) Red List of Chilean Terrestrial Flora. Chilean Forest Service. Ministry of Agriculture of Chile. 151 pp.

Benoit I (1996) Representatividad Ecológica del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado. En: Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile: 149-159. Muñoz M, H Núñez, J Yáñez (Eds.). Corporación Nacional Forestal, Ministerio de Agricultura de Chile.

Brown AHD & JD Briggs (1991). Sampling strategies for genetic variation in *ex situ* collections of endangered plant species. En: Genetics and Conservation of Rare Plants: 99-119. DA Falk & KE Holsinger (Eds). Oxford University Press, New York.

Brown AHD & DR Marshall (1995) A basic sampling strategy: theory and practice. En: Collecting Plant Genetic Diversity: 75-91. Guarino L, V Ramanatha Rao & R Reid (Eds). CAB International, Wallingford.

FAO (United Nations for Food and Agriculture Organization) (1996) Informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos en el mundo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.

Hamrick JL, MJW Godt, DA Murawki & MD Loveless (1991) Correlation between species traits and allozyme diversity: Implications for conservation biology. En: Genetic and Conservation of Rare plants: 75-86. Falk DA & KE Holsinger (Eds). Oxford University Press, New York.

Hong TD, S Linington & RH Ellis (1998) Compendium of information on seed storage behaviour. Vols. I & II. Royal Botanic Gardens, Kew.

León-Lobos P (2000) *Nothofagus* and *Fagus* seed survival after desiccation and storage. Ph.D. Thesis. Department of Agriculture. The University of Reading: 191 pp.

Linington S & HW Pritchard (2001) Gene Banks. Encyclopedia of Biodiversity. Academic Press. Vol. 3: 165-181.

Marshall DR & AHD Brown (1975) Optimum sampling strategies in genetic conservation. En: Crop Genetic Resources for Today and Tomorrow: 53-80. Frankel OH & JG Hawkes (Eds). Cambridge University Press, Cambridge.

Roberts EH (1973) Predicting the storage life of seeds. Seeds Science & Technology 1: 499-514.

Tompsett PB (1984) Desiccation studies in relation to the storage of *Araucaria* seed. Annals Applied Biology 105: 581-586.



# EXPERIENCIA EN PROPAGACIÓN DE FLORA NATIVA: SU COMERCIALIZACIÓN EN EL MERCADO DE PLANTAS ORNAMENTALES Y PROYECTOS MEDIOAMBIENTALES

## **Mónica Musalem B.**

*Ingeniero Agrónomo PUC, Post-título Arquitectura del Paisaje U. Chile, Directora Vivero Pumahuida.*

**E**l vivero Pumahuida es una empresa que nació en 1996 con el objetivo de especializarse en la propagación, cultivo y comercialización de flora nativa.

Se comenzó trabajando con 44 especies y actualmente se están propagando en forma comercial 145 especies distintas entre árboles, arbustos, trepadoras, cubresuelos y herbáceas. Además, existe una preocupación constante de parte de la empresa por mantener una línea de investigación que permita ir incorporando nuevas especies en el mercado y así satisfacer la demanda de un mercado en expansión.

La producción anual de especies nativas alcanza actualmente a 150.000 unidades.

### **Aporte de la flora nativa para un paisajismo sustentable**

- Son especies que crecen en nuestro territorio en forma natural, por lo que se adaptan a las condiciones ambientales más extremas de sus zonas de origen dentro de Chile.
- Poseen requerimientos hídricos acordes con el régimen pluviométrico de la zona que habitan naturalmente, lo que se traduce en menores requerimientos hídricos y por lo tanto un uso más racional del recurso agua.
- Están naturalmente adaptadas a las características de los suelos de sus zonas de origen, por lo que no requieren grandes inversiones en la preparación y mejoramiento de los mismos.

- La mayoría son especies son de follaje persistente por lo que cumplen un rol activo en la descontaminación de nuestras ciudades y en el control de erosión causada por el escurrimiento de las aguas lluvias.

### **Criterios para identificar el potencial ornamental de una especie.**

Se considera la evaluación de los siguientes aspectos:  
Con relación a la floración:

- Época de floración
- Color de la flor
- Tamaño de la flor
- Abundancia de flores
- Duración de la época de floración
- Presencia de aromas

Con relación al follaje:

- Régimen foliar = Caduco- Persistente
- Morfología de las hojas
- Tonalidad otoñal del follaje
- Tamaño de la lámina foliar
- Tipo de sombra que aporta =Densa-tenua
- Presencia de aromas
- Potencial como planta medicina

Con relación a la estructura de la planta:

- Forma



- Tamaño
- Textura y color de la corteza
- Estructura del ramaje

Con relación al fruto:

- Época de fructificación
- Tipo de fruto
- Tamaño
- Color
- Potencial consumo humano

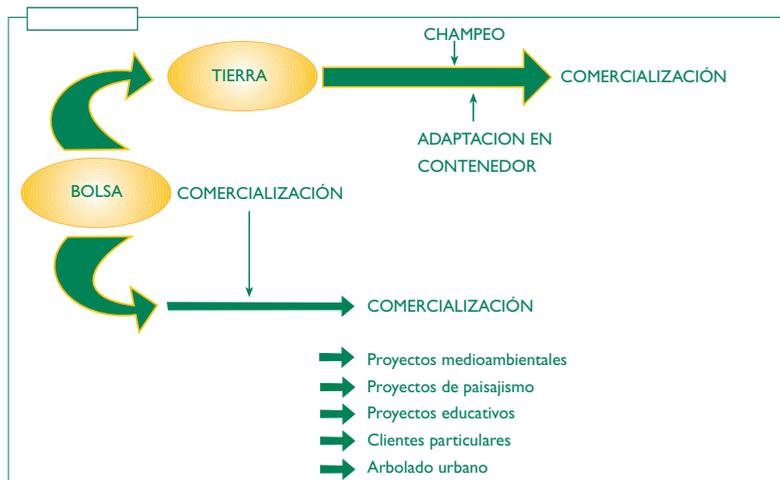
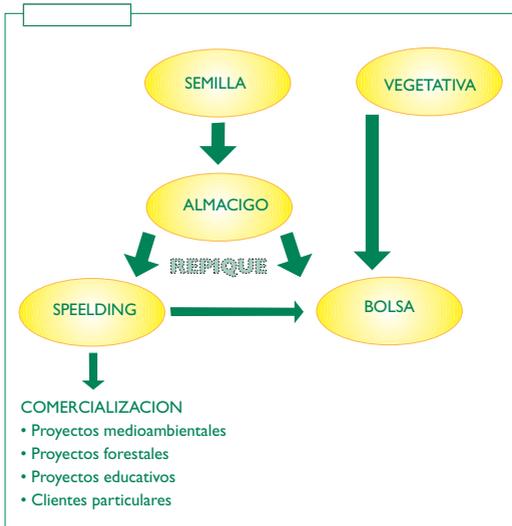
Selección de especies a propagar:

- Prioridad a especies endémicas y a aquellas que presentan algún grado de problemas de conservación.
- Consulta de bibliografía especializada en el tema de Flora Nativa y de Paisajismo y Jardinería de Chile y el extranjero para estar al día en las tendencias de un mercado que funciona mucho por moda.
- Identificación del potencial ornamental.
- Estudio de las condiciones agroecológicas en que se desarrolla la especie y de la factibilidad de adaptación a la Zona Central de Chile.
- Selección de árboles, arbustos, enredaderas, herbáceas y gramíneas.

**Obtención del material de propagación:**

Debido a que nuestro mercado potencial lo tenemos orientado a la Zona Central de Chile, se maneja el criterio de coleccionar material de propagación de individuos que se desarrollan en esta zona, especialmente en aquellas especies en que su distribución es más amplia. En caso de plantas específicas que crecen en otras zonas del país, pero que tienen potencial como planta ornamental, se evalúa su capacidad de adaptarse a la zona Central, y el material se obtiene de la zona donde corresponde.

- Zona principal de recolección: IV a VII Región
- Sitios y calendario de colecta preestablecidos.





## **Propagación de especies**

### **Metodología de trabajo**

Desafíos futuros para convertir nuestra flora en una nueva alternativa de producción comercial.

### **Rol de la flora nativa en el mercado de plantas ornamentales.**

Hoy en día existe un nuevo concepto dentro de la arquitectura del paisaje que promueve el desarrollo de un paisajismo ecológicamente sustentable, para lo cual se promueve la utilización de plantas nativas o aquellas adaptadas naturalmente a las condiciones de clima y suelo del lugar y la agrupación de las plantas según necesidades hídricas de manera de racionalizar el riego.

El objetivo es hacer un uso eficiente del recurso agua y proteger el medio ambiente.

Esta tendencia también se observa en Chile. En 1997 el MINVU desarrolló para el programa de Parques Urbanos un estudio de la posibilidad de proteger y proveer espacios de valor natural al interior del área urbana de la ciudad de Santiago, basado en la experiencia internacional que muestra que la forma más efectiva de expandir significativamente las áreas verdes es mediante la utilización de la vegetación propia de cada lugar. Además de este estudio publicó un instructivo para el Diseño y Ejecución de Parques Urbanos en el cual se establece que al menos un 50 % de las especies arbóreas que se utilicen en los parques sean nativas.

Asimismo, los departamentos de áreas verdes de varias municipalidades se han atrevido a innovar incorporando una mayor diversidad de arbustos nativos en el espacio público, como los de Av. Providencia y la Plaza Perú en Las Condes. También en los grandes proyectos inmobiliarios que se están realizando actualmente en las áreas periurbana de Santiago se está considerando la

utilización de una gran variedad de especies nativas con el objetivo de lograr espacios más armónicos con el macro paisaje y áreas verdes de más baja mantención.

Frente a esta nueva realidad dentro del paisajismo, si queremos que no sea simplemente una moda sino que perdure en el tiempo y que nuestras especies nativas ocupen el lugar que les corresponde en las ciudades de Chile, surge la imperiosa necesidad de:

- Desarrollar un Programa de Mejoramiento de especies nativas de manera de crear líneas de producción a escala comercial sustentada en protocolos validados que logren producir un impacto técnico y socioeconómico en el mercado nacional de plantas ornamentales.
- A nivel agronómico se hace necesario desarrollar técnicas productivas para el cultivo comercial de plantas nativas que permitan obtener plantas estandarizadas, terminadas y de fácil manejo para los clientes potenciales.
- Diversificar la oferta de plantas nativas de tal forma de satisfacer más íntegramente las necesidades del mercado.
- Capacitar a profesionales, técnicos y trabajadores de campo en el conocimiento, cultivo y manejo de especies nativas de manera de tener éxito en el establecimiento y mantención de las áreas verdes en que se utilicen estas especies.

Queda mucho trabajo por realizar con nuestra flora nativa, es un recurso del cual disponemos y que presenta un alto potencial, por lo cual es fundamental que hagamos las cosas bien y que no desaprovechemos las oportunidades.



# BOTÁNICA INDÍGENA DE CHILE

Carolina Villagrán

Facultad de Ciencias, Universidad de Chile

La información escrita acerca del conocimiento etnobotánico que tenían los pueblos prehispánicos de las plantas de Chile central, proveniente básicamente de fuentes históricas coloniales, es escasa y miscelánea, principalmente porque no existen muchas poblaciones tradicionales en este sector del territorio que hayan mantenido la transmisión oral del mismo. Así, en gran medida, las prácticas vigentes de uso de las plantas de esta región se vinculan a la farmacopea europea. En contraste, en los Andes del Norte Grande, Araucanía y Chiloé todavía existen poblaciones de procedencia aimara-quechua y mapuche, las cuales mantienen un modo de vida estrechamente relacionado al conocimiento y uso tradicional que tenían las culturas prehispánicas de las plantas nativas. Por razones de aislamiento geográfico, estas comunidades aún siguen usando las plantas para sus necesidades diarias y, en gran medida, de acuerdo a las pautas tradicionales de las culturas aimara-quechua y mapuche. El propósito de esta nota es referirse brevemente a estas experiencias etnobotánicas de raigambre indígena, aún vigentes en nuestro país.

## ETNOBOTÁNICA AIMARA - QUECHUA

La base de datos sobre la botánica indígena de los Andes del Norte de Chile, que se discute brevemente a continuación, proviene de varios de nuestros trabajos etnobotánicos realizados en distintos sectores del Altiplano, precordillera, oasis y quebradas desérticas de los Andes de la 1ª y 2ª Región de Chile (los cuales han sido sintetizados en la referencia 1). En total, las consultas etnobotánicas han sido realizadas a alrededor de 250 personas, procedentes de 32 comunidades de estas dos regiones.

### Lenguas y nombres de plantas

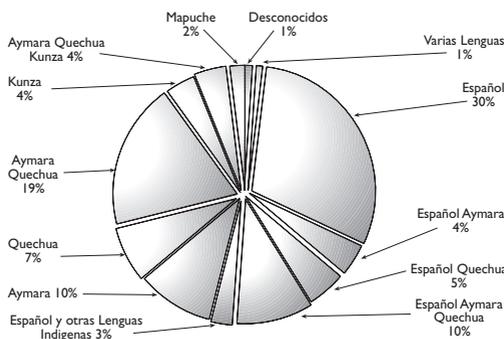
Para los alrededor de 500 especies de plantas andinas de la 1ª y 2ª Región consultadas, se obtuvieron 1.604 nombres vernaculares, alrededor de un tercio de los cuales provienen del español (30%), mientras que los dos tercios restantes provienen de idiomas indígenas, particularmente del aimara (10%), quechua (7%), o con significados en estos dos idiomas (19%), o incluyendo alguna palabra en español (22%). 4% de los nombres provienen de un idioma desaparecido, el kunza o atacameño, y se mantienen básicamente en los poblados en torno al salar de Atacama. También existen unos pocos nombres (2%) en lengua mapuche (Figura 1).

Una comparación regional de los nombres de plantas muestra que el conjunto de nombres aimara-quechua, proviene principalmente del Altiplano de la 1ª Región. En contraste, en la 2ª Región dominan los nombres en español, sobre todo en el Salar de Atacama, donde además se restringen la mayoría de los nombres kunzas registrados.

Los nombres de plantas pueden ser agrupados en simples o compuestos. Los nombres simples, generalmente, son propios, específicos de plantas importantes y conspicuas, por ejemplo árboles, como la *keñua* o el *chañar*. De especial interés para entender la etnoclasificación indígena son los nombres vernaculares compuestos, generalmente binomiales, estructuradas por un término principal, genérico y un

Figura 1

Lenguas de los vernáculos de las plantas de los Andes del Norte de Chile (N-1604)





término que califica. El análisis de los nombres binomiales permite acceder a los caracteres y criterios usados para agrupar especies y, por ende, nos conduce a las bases de la etnoclasificación de las plantas (Fig. 2).

### Criterios de agrupación

Uno de los criterios más recurrentes para agrupar especies es la consideración de la **forma de vida** de la planta, clasificación que lleva a la distinción de agrupaciones tales como arbustos, hierbas anuales, acuáticas, etc.

Destaca la riqueza de la clasificación de los arbustos, reconocidos con los vernáculos de **t'ola** o **t'ula**, generalmente especies de los géneros *Parastrephia*, *Baccharis*, *Fabiana* u otros taxa. Menos comúnmente, se usan los nombres españoles de **monte** o **leña**, o la palabra aimara **lawa**, para agrupar arbustos. La forma de crecimiento equivalente a hierbas anuales es reconocida con el vernáculo colectivo de **qhora** en la 1ª Región y "**pastos de lluvia**" en la 2ª. En forma análoga, las Gramíneas perennes son llamadas **pajas** o **ichus**. Los cojines, **yaretas** y **yaretillas**, etc. Una mención aparte, por la riqueza de distinciones, merecen las formas de vida del **hoqo** o **bofedal**, siendo distinguidas con nombres colectivos las agrupaciones de algas filamentosas (**laqho**), las acuáticas flotantes (**limas** o **loromas**), las palustres (**llach'u** o **chenguas**), las rosetas (**psike** o **lechuguillas**), los cojines (**champa**), etc.

Otro criterio importante de agrupación de especies es el parecido o "parentesco morfológico", resultando agrupaciones análogas a los géneros de la botánica, como por ejemplo las *Adesmia* espinosas o **añawas**, las especies de *Fabiana*, llamadas **quipas** en la 1ª y **taras** en la 2ª Región, los *Baccharis* o **ñaca**, etc.

También se han registrado agrupaciones hechas por referencia a una planta importante, ya sea porque es muy conspicua o es útil. Generalmente la agrupación se designa con diminutivos de la lengua española, como por ejemplo, **romerillos**, **berrillos**, **waripuku**, referidos a su parecido con el **romero**, **berro** o **puku**.

Otras agrupaciones son construidas sobre la base de la similitud de atributos entre plantas, también de influencia del español, por ejemplo, los grupos de **cadillos**, **tomatillos** o **espinas**, o con órganos animales, sobre todo las **orejas** y **colas**.

Finalmente, son muy significativas las agrupaciones de plantas basadas en criterios cultural-utilitario, como por ejemplo las **koas**, que reúnen un conjunto de plantas de uso netamente ceremonial, especies de *Fabiana* y *Parastrephia*, las llamadas **koas** o **chachas**, usadas como sahumerio en las fiestas tradicionales del ciclo anual.

### Criterios de distinción de especies

En lo que respecta a los criterios de distinción de especies, al interior de una etnocategoría, se observa la vigencia de pautas asociadas a la concepción dualista, o de opuestos complementarios, del mundo aimara. Esta concepción se refleja tanto en clasificación de las plantas como en el arte de imágenes especulares y en el ritual ceremonial. Así, el contraste más recurrente para distinguir especies de plantas parecidas, dentro de una forma de vida o etnogénero, es la oposición analógica entre el macho y la hembra (**orqo versus khachu**). Este contraste se usa para la distinción entre especies más «femeninas», o sea, más pequeñas, gráciles, blandas, con frutos, etc., y las más «varoniles», por ejemplo más altas, robustas, rígidas, sin frutos, con espinas, etc.



**Figura 2**  
Agrupaciones o etnocategorías genéricas



Otro atributo, también muy frecuentemente usado, para contrastar especies dentro de una misma etnocategoría, es el color. A veces se refieren al color de la planta pero muchas veces se usan por oposición simbólica entre lo útil y lo dañino para el hombre, por ejemplo el contraste entre blanco y negro.

Otro atributo frecuente para la distinción de especies se refiere al hábitat de la planta, hábitat que es aludido con el nombre del espacio cultural dedicado a las actividades agropastoriles, como se refleja en los calificativos del cerro, del campo, del bofedal, de la vega, o simplemente del agua, unu o uma o mayu en aimara.

### Etnoclasificación

En nuestros estudios también hemos registrado nombres vernaculares trinomiales, como **orqo kipa't'ula** para *F. squamata* y **khachu kipa't'ula** para *Fabiana densa*, los cuales nos han permitido profundizar en la comprensión del sistema de etnoclasificación (Figura 3).

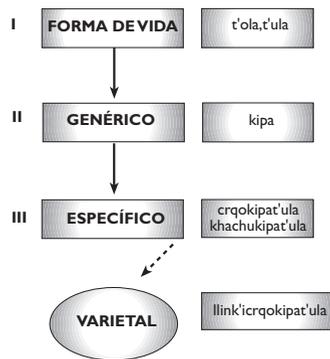
La segunda y tercera palabra de estos nombres trinomiales corresponden a etnocategorías genéricas y de formas de vida, respectivamente, mientras que el primer nombre suele ser un modificador específico, otorgado a partir de algún carácter particular del taxon en cuestión. Por ejemplo, **khachu kipa't'ula** es un trinomio que integra el nombre colectivo de **t'ula**, aludiendo a la forma de vida arbustiva; **kipa**, nombre etnogenérico para las especies de *Fabiana*, y un calificativo que distingue la especie más grácil del género, la hembra o **khachu** (*Fabiana densa*), por contraste con la especie más robusta, la macho, **orqo kipa't'ula** (*Fabiana squamata*). Esta última especie (variedad) es llamada también **llink'i kipa macho**, denotando con la palabra aimara **llink'i**, la consistencia resinosa-pegajosa del cuerpo de la planta. Este es el único ejemplo del uso de **cuatro niveles jerárquicos (forma de vida, genérico, específico y varietal)** que hemos registrado en la etnobotánica de Chile.

### Etnocategorías de paisaje

En la Tabla 1 se muestran las equivalencias entre los pisos de vegetación, formaciones vegetales, unidades geomorfológicas y etnocategorías de paisaje de los Andes del Norte Grande de Chile. De acuerdo a la utilización

Figura 3

Sistema de etnoclasificación



económico-social del entorno, los pobladores distinguen cuatro grandes etnocategorías de paisajes **campo, cerro, chacra** y humedales, como el **hoqo o bofedal, vegas y quebradas**. El **cerro** comprende los pisos altoandino y subnival y las unidades ecológicas de pajonales y semidesiertos altoandinos. Es un territorio para la recolección de medicinas, de pastoreo de llamos y de caza, con asentamientos humanos totalmente transitorios. Los sectores de mayor altura de este espacio son concebidos como lugares sagrados y llamados: **pata-qollo, palle y paniso**

o **filo alto**, según la región. **Hoqo** es una palabra quechua-aimara que significa húmedo, verde, y designa las formaciones de bofedales altoandinos. Con la palabra española **campo**, se integra gran parte de la precordillera, incluyendo los pisos prepuneño y puneño con las formaciones arbustivas de tolares. Lo que define el concepto de campo es la realización de actividades pastoriles en su ámbito, para lo cual existen asentamientos estacionales, las estancias. Con el término quechua **chacra** se nombra el espacio agrícola de terrazas y melgas que, por definición, es lo cultural en sí y está directamente asociada a los asentamientos poblacionales.

### Utilización de la flora andina

La flora andina es intensivamente utilizada por sus pobladores, como se observa en la Fig. 4. Solamente un 5% de los taxa consultados no es usado. De los 856 usos registrados, se observa que los rubros forrajero y medicinal son los predominantes, con 37% y 23%, respectivamente. Son importantes también las plantas comestibles, con 7%. Otros rubros frecuentes corresponden al de construcción y artesanías, leña, usos tintóreos, ceremoniales y adorno. 3% de los taxa fueron calificados como perjudiciales, ya sea como malezas de chacras o venenosas para el ganado.

Los distintos pisos ecológicos también difieren en sus potencialidades de uso. Los Pisos Altoandino y Puneño, son forrajeros y medicinales; las quebradas exhiben una distribución más homogénea de los distintos tipos de usos; el bofedal, además de ser la formación forrajera por excelencia, es también el más importante proveedor de plantas comestibles.

Un excelente ejemplo de usos múltiples de antigua data lo constituyen los árboles que crecen en las quebradas y



oasis, como el **algarrobo**, usado como planta tintórea, medicinal, para material de construcción, para fabricar accesorios para el telar, como carbón y como forraje. Sin embargo el uso más importante de este árbol es el alimenticio. Con sus vainas se elabora una harina llamada **añapa**, con múltiples usos culinarios, además de la **chicha de algarrobo** o **aloja** que tiene un importante uso ceremonial, probablemente desde tiempos prehispánicos. Algunas plantas ceremoniales tienen una destacada importancia en las culturas andinas. En primer lugar merece mencionarse la **coca**, un elemento infaltable en festividades tradicionales de raigambre prehispánica. Se complementa su masticación con una ceniza llamada **llipta** o **tchile** preparada con un grupo de plantas llamadas **yuyos**, de los géneros *Chenopodium*, *Atriplex* y *Amaranthus*. Otro ejemplo de plantas ceremoniales son las llamadas **koas**, que en los Andes centrales de Chile, Perú, Bolivia y NW de Argentina integran varios arbustos resinosos y aromáticos, cuyo humo es ofrendado a las divinidades durante las ceremonias del ciclo anual.

## ETNOBOTÁNICA MAPUCHE - HUILLICHE

### Los nombres mapuches de plantas

En los Diccionarios De Augusta (1916) y de Rodolfo Lenz (1905-1910) se proporcionan los significados de alrededor de 300 nombres mapuches de plantas y cerca de 250 nombres de animales. En la "Botánica indígena de Chile" de Mösbach (1992) se listan alrededor de 700 nombres mapuches de plantas, la mayoría de Chile central-sur. Sobre la base de las etimologías resueltas contenidas en esta última obra, hemos analizado (Referencia 2) un subconjunto de 352 nombres de especies de bosques, con el propósito de conocer las propiedades y relaciones consideradas para nombrar las

plantas y los criterios de clasificación en que se basa la botánica mapuche. Esta base de datos es la que se discute brevemente a continuación.

### Criterios de distinción de especies

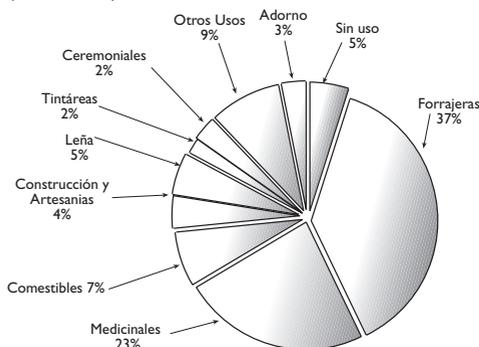
De acuerdo a las etimologías de los nombres mapuches de las plantas chilenas proporcionadas por Mösbach, se analizaron los significados de 352 para definir las propiedades y relaciones consideradas para nombrar los taxa y los criterios de jerarquización expresados en la construcción de los nombres compuestos. Los resultados muestran que los nombres mapuches de plantas aluden a relaciones morfológicas (51,1%), ecológicas (19,3%) y utilitarias (21%), además de una cierta proporción de nombres derivados del español (6,3%), generalmente malezas o plantas cultivadas. Las relaciones morfológicas consideran tanto propiedades de la planta misma como también similitudes morfológicas con otras plantas, animales, objetos, etc. Las relaciones ecológicas se refieren tanto a propiedades del hábitat y sociología de la planta como a interacciones con animales, principalmente aves. De los nombres basados en relaciones utilitarias, la mitad expresan propiedades medicinales específicas de las plantas, mientras que el resto considera efectos terapéuticos derivados por analogía con la forma de la planta, efectos perjudiciales para el ganado o personas, y usos variados.

### Etnoclasificación mapuche

La mayoría de los nombres mapuches de plantas son simples y aluden directamente a una propiedad específica de la planta. Son los nombres propios de vegetales muy conspicuos e importantes, por ejemplo, la mayoría de las especies de árboles. El análisis de los nombres mapuches compuestos de plantas muestra que su construcción se basa, en muchos casos, en el uso de una palabra principal y un calificativo, como sucede en los nombres aimara-quechua. La palabra principal, es una agrupación, un concepto colectivo (etnocategoría genérica) que abarca una característica común. Los nombres colectivos corresponden a muy distintas clases de agrupaciones, ya sea propiedades tales como la forma de vida, análogas, morfológicas, taxonómicas y utilitarias, dependiendo de la clase de atributos contrastados para su distinción. Se concluye que el uso de conceptos colectivos, combinados con propiedades específicas de una planta en particular, permiten la construcción de los múltiples y variados nombres compuestos de la botánica indígena de los ecosistemas de bosques de Chile. Considerando las distintas relaciones, propiedades y clases

**Figura 4**

Clases de usos de la flora andina de los Andes del Norte de Chile (n=856 usos)





de criterios usados para el contraste y agrupamiento de taxa, el sistema de clasificación etnobotánica podría ser definido como **multifactorial**.

En la Figura 5 se muestra el esquema de la clasificación etnociencia que emerge del análisis de los nombres mapuches de plantas. Por un lado, se observa que las propiedades específicas de una planta (morfología, hábito, hábitat, uso, etc.) pueden ser utilizadas directamente en la construcción del nombre propio de una planta (nombres simples), repitiéndose frecuentemente la palabra para intensificar el significado o para indicar pluralidad o sociabilidad (aumentativos). Por otro lado, se observa también que las plantas pueden ser clasificadas de acuerdo a distintos criterios que implican una concepción explícita de jerarquías. Distintas clases de etnocategorías genéricas son construidas sobre la base del contraste de distintas clases de atributos (morfológicos, ecológicos, analógicos, taxonómicos y utilitarios), y las agrupaciones resultantes son reconocidas con nombres comunes o conceptos colectivos que reúnen especies muy distintas entre sí pero que comparten un atributo común. Dentro de cada etnocategoría genérica, los taxa subordinados son distinguidos sobre la base del contraste de sus propiedades específicas. En los casos de clasificación intraespecífica mencionados es posible establecer un tercer nivel de subordinación jerárquica en el cual son distinguidos con nombres propios los distintos órganos de la planta, poblaciones etarias o de sexo, razas, variedades, productos de la planta, etc.

### Significado cultural de los nombres

Las especies de plantas importantes, desde las perspectivas religiosa, cultural o utilitaria, reciben varios nombres. Generalmente, sus distintas variedades, razas geográficas, órganos, productos o hábitos peculiares reciben nombres particulares. Por extensión o por analogía, estos nombres de plantas importantes se usan también para denominar, por ejemplo, las asociaciones que conforman los territorios que ocupan o su relación con el hombre.

Un significativo ejemplo son los nombres múltiples de *Araucaria araucana*, el **Pewen**. Los individuos masculinos: **Wentrupewen** (pewen macho); los individuos femeninos: **Domopewen** (pewen hembra); conos femeninos: **Rangidomo**; **Chepewen**, pinos bisexuales; **Ngëllihue**; Piñones: **Ngëlliu**, **niliu**. La tierra o zona del pewen es llamada **Pewenmapu** o **pewenento**, y **Pewenches** (gente del pewen) la población humana que habita ese territorio. El bosque de pewen es llamado **Lobpewen**, por analogía con la familia mapuche o **lobche**.

Otro ejemplo de nombres múltiples lo exhibe una planta usada en forma muy diversa, *Gunnera tinctoria*, el **Panque**, **Pangke**, **Pangue** o **Pangui**, nombres de la planta completa y también de la hoja, usada para tapar el **curanto** y otras viandas. Los tallos comestibles se llaman **Nalca** y los pecíolos de las hojas, también comestibles, **Rahuay**, **Chahuay**; el rizoma, usado para teñir y como astringente, **Depe**; las fibras o hilos de los tallos, **Fün**, **Füna**; las yemas o brotes, **Panpancallhue**. y la

Figura 5

Pisos de vegetación	Formación Vegetal zonal	Geomorfología y etnocategorías de paisaje	Arica	Iquique	Toconce	Caspana
SUBNIVAL	Semidesierto de altura	CORDILLERA OCCIDENTAL O PRINCIPAL	patagollo	palla	paniso	filo alto
ALTOANDINO	Estepas con cojines	'CERRO'	wichuirana	suní o sunigollo	pajonal	pajonal
	Estepas arbustivas	'HOQO O BOFEDAL'	pampa gollo	waña		
INTERFASE ALTOANDINO/	Transición estepa/	PRE-CORDILLERA				campo-khaner
PUNEÑO	Matorral	'CAMPO'	tolar	'costa'	tolar	campo quimor
PREPUNEÑO	Semidesierto con Cactáceas	'VEGAS, QUEBRADAS Y CHACRAS'			pampa	
PLANICIE DESÉRTICA	Sin vegetación					



infructescencia, **Fucuñ-nalka**; Las apetecidas variedades de pangui enterradas en la arena son llamadas **Dengacho**, **Degnacho**, **Dinacho**, **Deñacho**, y las nalcas pequeñas que crecen sobre las piedras o robles, **Piñalvilcun**.

Para el alerce o **Lahual**, *Fitzroya cupressoides*, Lenz (1905-1910) y Gunckel (1979) citan numerosos nombres mapuches distintos para distinguir árboles muertos (**Noncol**), tumbados (**Regañato**), ejemplares viejos y/o dañados (**Cude** o **Kudi**, **Cude-Cude**, **Cude-petriu**, **Concañ**, **Muchung**), ejemplares deformes o creciendo en hábitat especiales (**Huiñol** o **Wiñoi**, **Pitran**, **Polleraquechu**, **Chanhuai**), dos troncos asociados (**Peñeng**) o una asociación o bosque de alerce (**Lahualanto**). La cáscara exterior del tronco se llama **Nolgue** y las estructuras visibles bajo la corteza al retirar la estopa se denominan **Cochai**. También los ejemplares, trozos o tablas obtenidas mediante técnicas especiales reciben distintos nombres (**Chellév**, **Huichacon**, **Huicha-Chilleu**, **Quile-Huichacon**, **Metan**), como también los productos defectuosos (**Huéllico**, **Man**). Se le llama **Cantutún** a la medida de tiempo necesaria para cambiar de hombro a la carga de alerce, **Pecu** a enfermedades de la corteza del alerce y **Cudequem** al “golpe que se cree oír generalmente de noche, semejante al que produciría una brazada de leña de alerce que se dejara caer con fuerza”.

Sin embargo, el más amplio y sorprendente espectro de nombres lo exhibe una especie cultivada, probablemente originaria y domesticada en el sur de Chile, la papa o **Pofñi** (*Solanum tuberosum* L.). Lenz (1905-1910) proporciona 85 nombres mapuches de diferentes razas de papas chilenas y cita un número parecido de términos referentes al cultivo y preparación culinaria de las mismas. Como afirma el autor, “la enorme lista de razas de papa con nombres indígenas mapuches es la prueba más segura de un cultivo cuidadoso continuado desde muchos siglos”. De acuerdo a las etimologías de los nombres proporcionadas por Lenz, la clasificación de las papas considera preferentemente la procedencia y los atributos del tubérculo, generalmente la forma, color, calidad y sabor. Otras propiedades consideradas en los nombres son el tipo de uso, técnica de cultivo, hábitat y tamaño de la papa.

### Etnocategorías de paisajes

Las plantas dominantes en los ecosistemas se usan para nombrar unidades de vegetación equivalentes a las Asociaciones florísticas y Formaciones fisionómicas de la Fitosociología y Ecología Vegetal. Para ello se usa el nombre de la especie o forma de vida dominante

terminado en **entu**, correspondiente a las terminaciones “ar” o “al” del español. Algunos ejemplos de unidades florísticas son: **Pitranto** (pitrantal, de **pitra** o **pëtra**); **Quilanto** (quilantal, de **cüla**), **Rëmentu** (junquillal, de junco=**rëme**), **Këlonentu** o **Maquientu** (maquial, de **maqui**= **këlon**), **Üñüntu** (murtal, de **üñü**=murta), **Troméntu** (totoral, de **trome**=totora), **Hualléntu** (roblelal, de **hualle**=roble nuevo); **Poéntu** (de **poe**=chupalla). Algunos ejemplos de unidades fisionómicas son: **Wayuentu** (espinal, de espina= **wayun**), **Retronentu** (matorral, de **retron**=arbusto).

También sorprenden los numerosos casos de nombres de lugares geográficos relacionados con plantas (fitotopónimos).

### CONCLUSIÓN

Como conclusión, merece enfatizarse que el proceso clasificatorio no ha sido solamente recorrido por la cultura occidental, durante estos últimos casi tres siglos, sino que lo vienen practicando, desde milenios, los distintos grupos humanos. También los pueblos originarios de Chile. Por supuesto, las bases ideológicas de la clasificación indígena son distintas, de acuerdo a la diversidad de concepciones de mundo de las diferentes culturas y, en consecuencia, también son distintos los criterios para distinguir diferencias y semejanzas entre taxa, y los distintos sistemas emergentes. La riqueza de distinciones, que se expresa en la riqueza de nombres de plantas y animales; la riqueza de conceptos, que se expresa en la diversidad de etnocategorías; así como la variedad de criterios que se expresan en la complejidad de los sistemas de etnoclasificación, ameritan el concepto de ciencia indígena para este conocimiento. La riqueza y complejidad de la nomenclatura botánica resultante del esfuerzo clasificador de los pueblos de raigambre indígena de nuestro país expresan un profundo conocimiento y diversificado uso de los ecosistemas presentes en sus territorios, como asimismo vinculación a un sistema de creencias que integra la naturaleza con las necesidades materiales y espirituales de los humanos.

### Bibliografía

- 1) Villagran C. & V. Castro. 2002 “Ciencia Indígena de los Andes del Norte de Chile”. Libro a editar por CONADI, Chile.
- 2) Villagran C. 1998. Botánica Indígena de los bosques de Chile: Sistema de clasificación de un recurso de uso múltiple. Revista Chilena de Historia Natural 71: 245-268.



## CONCLUSIONES DEL TALLER

*La mayor parte de las ideas, sugerencias y anhelos expuestos y discutidos durante el desarrollo del Taller Científico se han traducido finalmente en los trabajos que conforman el presente volumen. Sin desmedro de ello, se expone a continuación un resumen de las principales recomendaciones surgidas de las mesas de trabajo. Estas han sido organizadas según los objetivos del Jardín Botánico:*

### **1.- Colecciones vivas del Jardín Botánico: formar y mantener colecciones de las especies más características de la zona central.**

- Se recomienda enfatizar en las colecciones el concepto de diversidad de taxa, formas de vida, comunidades y ecosistemas. Tomar en cuenta el valor evolutivo biogeográfico y valor histórico cultural de las especies. Asimismo, lograr la conservación del patrimonio genético de valor ornamental.
- Algunos criterios para las especies a ser integradas al Jardín: distribución regional, mediterránea; especies nativas, con problemas de conservación; endemismo, monotipias. Representar incluso los diferentes grados de intervención de las comunidades vegetales de Chile central.
- El Jardín debiera tender a representar la complejidad de los ecosistemas, por ejemplo, a través de favorecer concurrencia de polinizadores como aves y mariposas.
- También lograr un énfasis en el concepto de diversidad vinculado con las condiciones naturales del lugar, y resaltar la estacionalidad, la diversidad de formas, texturas, colorido, aromas de las plantas chilenas (arquitectura y fenología de las plantas).
- El Jardín debe diseñar una **Política de Colecciones**: un documento con los criterios a seguir en relación con la adquisición de las especies. Asimismo, generar un reglamento para enfrentar la acción de rescate de colecciones y presentarlo a las autoridades pertinentes (CONAMA). Ello debido a la posibilidad de obtención de plantas a través de proyectos de compensación o de restauración del impacto ambiental de obras viales y de infraestructura en general.
- Se sugiere crear y mantener una Colección Etnobotánica
- Se recomienda crear un Banco de Semillas para conservación, investigación e intercambio.
- Para orientar el diseño de los jardines, se debe elaborar una lista de las especies representativas de cada una de las comunidades vegetacionales de Chile central, así como las posibilidades de obtención de semillas y/o plantas (matriz de operación). Es decir, se requiere de información botánica previa al diseño.
- Se recomienda, en el aspecto del diseño, diseñar una estrategia de desarrollo del Jardín Botánico en el tiempo, en función de la disponibilidad de plantas y sus antecedentes de adaptación y crecimiento (plantas nodrizas). Representar en primera instancia el bosque/matorral esclerófilo. Enriquecer la estepa ya existente y el matorral xerófito de la ladera de exposición norte.
- En lo netamente práctico, se debe tener una preparación para enfrentar plagas y pestes. Programa de monitoreo para desplazamiento de malezas (apoyo de SAG).
- En la misma línea de lo anterior, diseñar cortafuegos y plan de contingencia previendo eventuales incendios.
- Acciones inmediatas: estudio botánico del terreno.



**2.- Desarrollo de la horticultura en plantas nativas: identificar los requerimientos de cultivo de las plantas nativas y mejorarlos a través de la experimentación, para abastecer las colecciones del Jardín Botánico Chagual y difundir su uso.**

- Se sugiere establecer una estrecha colaboración con viveros establecidos para domesticar especies y con centros de investigación, por ejemplo con CESAF, entidad con la cual se podría diseñar un protocolo de trabajo con semillas nativas.
- El Jardín Botánico debiera realizar experiencias e investigación en germinación de semillas y cultivo de plantas. Se propone crear espacios para la experimentación. Este espacio podría estar ligado a viveristas (cultivo e introducción de nativas no tradicionales en jardinería, xerojardinería, desarrollo de cultivares, etc.)
- En cuanto al manejo de la información, se recomienda mantener bases de datos de las colectas (accesiones), así como todo el trabajo de vivero,

polinización, respaldo de herbario, morfología, etc.

- Se sugiere diseñar un Protocolo de Divulgación de los resultados de propagación.

**3.- Estudio y conservación: proporcionar espacios y herramientas para apoyar la investigación y conservación ex situ de la flora nativa amenazada de la zona central.**

- Se sugiere la creación de un Comité científico de asesoría permanente.
- Se propone apoyar los siguientes ámbitos de investigación relacionados con las especies nativas de Chile central: taxonomía, ecología, química, etnobotánica. Ello a través del desarrollo de convenios con instituciones de educación y especialmente a través del desarrollo de tesis de grado y seminarios.
- El Jardín Botánico debe apoyar estudios acerca del estado de conservación de la flora de Chile central.



Asistentes al Taller, abajo, de izquierda a derecha: Gloria Montenegro, Juan Flores, Paulina Riedemann, Gustavo Aldunate, Antonia Echenique, Ángel Cabello, Pedro León

De pie, de izquierda a derecha, Claudia Ríos, Mónica Musalem, Inés Meza, Ana María Mujica, Steffen Hahn, Carlos Ramírez, Loreto Prat, M. Victoria Legassa, Elizabeth Barrera, Estela Ravello, Adriana Hoffmann, Marcia Ricci, Mélica Muñoz, Sebastián Teillier, Mary Kalin, Andrés Moreira, Roberto Rodríguez, Luis Reyes, Flavia Schiappacasse, Núria Membrives, Patricio Peñailillo, Miguel Ángel Trivelli, Carlos Marcelo Baeza, M. Teresa Serra, Eduardo Olate, Iván Benoit, Catherine Kenrick.



Antonio Echénique

## ACERCA DEL NOMBRE “CHAGUAL”

---

**Mónica Muñoz Schick**

Botánica, Museo Nacional de Historia Natural, Casilla 787,  
Santiago, mmunoz@mnhn.cl

---

La “puya” o “chagual” es una de las plantas más características de los cerros andinos y costeros de Chile central. Es un hito paisajístico que establece una diferencia notable con los otros ecosistemas mediterráneos del mundo.

En Chile habitan 9 especies de *Puya* entre las regiones de Antofagasta y La Araucanía (Malleco), aunque el género *Puya* comprende cerca de 168 especies distribuidas principalmente en América tropical<sup>1</sup>. De hecho, este género pertenece a la familia Bromeliáceas, compuesta por más de 2.000 especies (pertenecientes a 46 géneros), todas americanas. Solamente existe una excepción: *Pitcairnia feliciana* de África occidental<sup>2</sup>. Una gran proporción de especies de esta familia son hierbas epífitas (que viven sobre otras plantas), pero las hay terrestres y xerófitas como las puyas, que se estima son los miembros más arcaicos de la familia<sup>3</sup>.

El chagual posee hojas alargadas suculentas (gruesas y carnosas) y de bordes espinosos, reunidas hacia la base de la planta. Del centro de ellas nace un tallo que puede alcanzar de 3 a 4 m de alto, con una inflorescencia de 50 cm, como la de *Puya chilensis*, de



un fuerte amarillo, o la de *Puya berteroniana*, de flores color turquesa. Los pétalos alargados se agrupan formando un tubo. En Perú, a 4.000 msnm crece otra puya muy notable, "titanca" (*Puya raimondii*), cuya inflorescencia puede llegar a medir entre 8 y 10 m de alto, y recién aparece cuando la planta tiene cerca de 100 años. Esta muere después de dar sus flores y semillas<sup>4</sup>.

El primer naturalista chileno, Juan Ignacio Molina, tomó el nombre mapuche "puya" para crear el género en 1782, al que se le irían agregando especies de los demás países sud- y centroamericanos. El nombre "puya" hace alusión a las hojas con bordes espinosos, ya que significa herir con punta o púa, usado también como insistir, fastidiar<sup>5</sup>.

Los conquistadores españoles le llamaron "maguey" por su semejanza con las plantas de *Agave*, de la familia Agavaceae, pero este nombre se ha perdido en nuestro país. También se le llama "cardón".

El origen del nombre más utilizado, "chagual o chaguar", proviene del quechua "ch'ahuar" o "ch'auwar" que significa estopa, cerda; de las hojas de algunas especies se extrae una fibra que sirve para hacer cordeles e hilados. Igualmente tanto en Bolivia como en Perú existen localidades con el nombre "chagual".

A las especies de *Puya* se les dio antiguamente varios usos en Chile: el tallo seco de la inflorescencia se usó para asentadores de navajas, y cortado en trozos servía para hacer balsas y como flotador para las redes de pesca.

En la medicina popular se usaba la goma de chagual como emoliente y astringente. Esta goma se produce como consecuencia de la picadura de la larva de la mariposa del chagual (*Castnia psittacus*).

El uso que se da actualmente en nuestro país al chagual (*P. chilensis* y *P. berteroniana*) es el corte del tallo tierno



*Puya venusta*



*Puya AFF alpestris*

picado para ensalada. Esto hecho en gran escala podría perjudicar la propagación de la especie, ya que impide la producción de flores y por lo tanto de semillas.

Además, el chagual tiene una importancia ecológica enorme, pues aporta gran cantidad de néctar a la alimentación de especies de aves nativas como el picaflor gigante (*Patagona gigas*) y el tordo (*Curaeus curaeus*), que suele quedar con la frente amarilla de tanto polen...

A propósito de aves, en Colombia se ha encontrado una relación entre la voz "puya" y el vallenato (música folclórica de ritmo rápido), donde se imita el canto de algunos pájaros<sup>6</sup>.

El chagual ha llamado la atención en otras partes del mundo, por lo cual se cultiva, por ejemplo, en el Jardín Botánico Real de Kew, en Inglaterra. Una famosa viajera inglesa de fines del siglo XIX, Marianne North, quien recorriera el mundo pintando la naturaleza, realizó su último viaje a Chile<sup>7</sup>. Quería pintar en su hábitat principalmente la araucaria (*Araucaria araucana*) y el chagual. Para encontrar este último debió recorrer a caballo lugares del entonces silvestre valle de Apoquindo, donde sus esfuerzos fueron finalmente recompensados al lograr ver e ilustrar la magnífica inflorescencia turquesa de la *Puya berteroniana*.

#### Notas y referencias

- 1) Smith LB & G Looser. 1935. Las especies chilenas del género *Puya*. Revista Univ. (Santiago) 20(3): 241-279; Smith LB & RJ Downs. 1974. Pitcairnioideae (Bromeliaceae). Fl. Neotrop. Monogr. 14(1):1-658; Zizka G. 1992. Bromeliáceas en Flora silvestre de Chile. Palmgarten 19:101-107.
- 2) Heywood VH. (Ed.). 1985. Flowering plants of the world. Croom Helm.
- 3) Cronquist A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press.
- 4) <http://www.andes.missouri.edu/andes/jauja/Titanca.htm>
- 5) Pequeño Diccionario Larousse
- 6) Moya L. Notas Culturales <http://tigger.uic.edu/lmoya/vallespa.htm>
- 7) Echenique, A. y M.V. Legassa, 1999. La flora chilena en la mirada de Marianne North, 1884. Pehuén Editores, 132 págs.



# LA EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL PAISAJE DEL CERRO SAN CRISTÓBAL Y LA CIUDAD DE SANTIAGO

*Juana Zunino*

*Arquitecto y arquitecto paisajista.*

**Las primeras impresiones del valle de Santiago descritas por colonizadores, expedicionarios, científicos, viajeros e historiadores, desde el del siglo XVI, se referían a la conformación macroespacial singular de este lugar.**

Esta espacialidad es la que ha permanecido y trascendido la mirada de habitantes y visitantes a través de los años. Lo que se ha modificado visiblemente es la vida sobre esta plataforma escénica, lo que ha comparecido en la percepción y acción de las diversas culturas que la han habitado.

A este valle se llega por pasos montañosos a una altitud que permite una visión de la extensión de la planicie inclinada, en su largo y ancho. La mayor longitud es en el eje norte-sur, «mide 100 km de largo y su ancho es un promedio de 35 km»<sup>18</sup>, delimitada por ambas cordilleras.

En la planicie emergen algunos cerros islas y una estribación de la cordillera de los Andes, en la dirección del río, que culmina en un “cerro grande” que era faro y guía para quien llegaba. Por eso los españoles lo nombraron San Cristóbal, santo de los viajeros<sup>20</sup>.

Considerando la evolución del paisaje del cerro San Cristóbal y sus alrededores, es posible distinguir cinco períodos significativos:

## LOS PRIMEROS HABITANTES: MÍMESIS CON LA NATURALEZA

Los indígenas, enclavados en pequeños claros de la selva virgen, a orillas de las corrientes de agua o al abrigo de los cerros, vivían en pequeños grupos familiares de ocho a doce casas-chozas, formando un conjunto libre, sin constituir calles ni espacio público geoméricamente definido. Las casas de forma rectangular eran de troncos, ramas y techos de paja, de colores naturales, que se mimetizaban con el paisaje. Alrededor había algunos cultivos de papas, maíz y frijoles suficientes para el clan. Los caseríos se distribuían a distancias de 4 a 6 km. Mariño de Lobera menciona a los caciques de Colina, Lampa, Butacura, Apoquindo, Cerrillos, Apóchame, Talagante y Melipilla<sup>11</sup>. Carvallo agrega el de Maipo, La Dehesa y Huelén-Huara<sup>25</sup>.

Los pobladores eran caminantes que abrieron senderos a través de los matorrales, recorrían el territorio y conocían de sus pendientes por el pie, aprendieron a reconocer un lugar, su calidad y características a través de la observación de la vegetación. “Recogían los frutos del arrayán (*Luma chequen*), cóguil (*Lardiza-bala funaria*), pangue (*Gunnera tinctoria*), guillave (*Echinopsis chilensis*), maqui (*Aristotelia chilensis*), quilo (*Muehlenbeckia hastulata*), frutilla (*Fragaria chilensis*) y molle (*Schinus latifolius*)”<sup>25</sup>. Nombraron como Thopahue el lugar de manchas de flores del cerro grande y como Ñuñohue el lugar de ñuños (*Sisyryn-chium* sp.), por las flores amarillo escarlata que cubrían la extensión al sur del río Mapocho<sup>9-10</sup>.

El valle de Santiago es el área de transición y de unión de dos zonas geográficas: xeromórfica e hidromórfica, características de nuestro país.

La ladera sur del cerro presentaba pequeñas cuencas, planicies, lomajes suaves y grandes pendientes cubiertas de vegetación representativa de la diversidad propia del



Figura 1.  
Plano de  
Santiago 1776.  
Juan Ignacio  
Molina

paisaje de transición (mesomórfico). Convivían naturalmente las especies del norte árido, leñosas, de contraste entre los troncos duros, las espinas y las hojas tenues con flores de vivos colores, en las planicies y laderas asoleadas, con las propias de la zona sur húmeda, de texturas más suaves, en las quebradas sombrías y al borde de los arroyos.

El valle extendido estaba cubierto de espinos perfumados (*Acacia caven*), alcanzando alturas de 5-7 metros, formando un techo enmarañado espinoso, a veces impenetrable, “dilatado y espeso”<sup>15</sup> de variada transparencia, luminoso, de colores cambiantes a través del día y de las estaciones. En primavera se transformaba en una cubierta amarillo intenso desde la perspectiva del nivel de suelo y en una alfombra densa desde una pequeña altura. En algunos lugares los espinos se alejaban o crecían a distancias regulares y entre ellos aparecían las flores de bulbos y herbáceas, que iban caracterizando cada época del año: añañuca roja (*Rhodophiala phycelloides*), huille (*Leucocoryne ixioioides* y *L. violacescens*), azulillo (*Pasithea coerulea*), lirios (*Alstroemeria* sp.) de variados colores, alfilerillos (*Erodium* sp.); arbustos de flor como el tomatillo

(*Solanum ligustrinum*), quebracho (*Senna clossiana*), mayu (*Sophora macrocarpa*), quilo (*Muehlenbeckia hastulata*), colliguay (*Colliguaja odorifera*) y guayacán (*Porlieria chilensis*).

En las hendiduras de las laderas más sombrías orientadas al sur aparecían arbustos y árboles siempreverdes, de hoja dura, brillantes y aromáticas como el peumo (*Cryptocarya alba*), boldo (*Peumus boldus*) y quillay (*Quillaja saponaria*). En las quebradas húmedas y al borde de los arroyos, los peumos y boldos eran más altos y fuertes formando bosques impenetrables con un suelo blando, crujiente y claro, de hojas permanentemente en renuevo, asociados a los de hojas y ramas más suaves del maitén (*Maytenus boaria*), canelo (*Drimys winteri*), patagua (*Crinodendron patagua*) y huayún (*Rhaphitamnus spinosus*), que florecen en blanco. El colorido predominante de la masa arbórea es una multiplicidad de matices de verdes y blancos en texturas diversas.

En los arbustos aparece el amarillo del michay (*Berberis* sp.) y del corcolén (*Azara* sp.) y el celeste del culén (*Otholobium glandulosum*).



Peña Otaegui menciona que en las quebradas del San Cristóbal sobresalían las palmas chilenas (*Jubaea chilensis*) hasta el siglo XIX<sup>17</sup>.

En la franja de borde entre el río y el cerro, junto a pataguas y sauces chilenos (*Salix humboldtiana*) «crecían canelos que se usaban exclusivamente para vigas», era «la madera más común»<sup>13,25</sup>.

Aves y animales convivían en este lugar. «Otra buena cualidad de esta tierra es no hallarse animales ponzoñosos»<sup>15</sup>.

## LOS INCAS

A fines del siglo XV llegaron del norte los incas. Introdujeron sus conocimientos de regadío y difundieron otros cultivos: «quinoa, tabaco, ají, teca y seis variedades de maíz»<sup>25</sup>. Trajeron una nueva organización administrativa y tecnologías más avanzadas. Construyeron grandes obras públicas, caminos que unieron el continente y canales de regadío que facilitaron la agricultura intensiva.

Una de las primeras «obras de los incas»<sup>8,6,5</sup> se realizó orillando el cerro San Cristóbal, para llevar el agua desde la ribera del río Mapocho, en la ladera sur, con 150 m. de altura, sobre los campos bajos y fértiles del norte, en Huechuraba. En una segunda etapa, atravesando el cerro por el portezuelo de La Pirámide, construyeron un canal conduciendo el agua por saltos de gran belleza. Se aprovechó el agua como recurso para regar los campos y se transformó en un lugar de recreación, «es uno de los mayores recreos del país»<sup>15</sup>.

El portezuelo es la parte más baja de la estribación, a la vez que une y mira a ambos lados, se constituyó en el límite natural dando una nueva dimensión al cerro, cuyo cono se prolongó por la cumbre, hasta La Pirámide, separándolo del cerro Manquehue.

Paralelo al río, siguiendo los senderos mapuches, los incas trazaron los caminos hacia Apoquindo y La Dehesa, por Vitacura, desde donde se ofrece una visión distinta. Aparece, entonces, la «silueta de cinta o cadena configuradora del San Cristóbal, tanto hacia el norte como al oriente, donde amarra con nuevas cumbres y pone en evidencia su vínculo directo con la cordillera»<sup>2,3,18</sup>.

La perspectiva de la ladera se extiende hacia el Cajón, donde nace el río Mapocho, vista que perdura hasta hoy.

**Una de las primeras «obras de los incas» se realizó orillando el cerro San Cristóbal, para llevar el agua desde la ribera del río Mapocho, en la ladera sur, con 150 m. de altura, sobre los campos bajos y fértiles del norte, en Huechuraba.**

## LOS CONQUISTADORES Y LA NUEVA CULTURA HISPANOAMERICANA. PERÍODO 1540-1910.

En 1540, al llegar al valle, los conquistadores orientados por el cono sobresaliente del gran cerro se instalaron provisoriamente en «los faldeos suaves hacia el norte»<sup>19</sup>, encontrándose con «los aborígenes que no podían considerarse bárbaros, porque tenían cierta agricultura que los convertía en colonos»<sup>24,25</sup>.

Pedro de Valdivia envía cuatro patrullas a explorar los alrededores, «derribando floresta, cruzando pequeños suelos cultivados, vadeando el río, se suceden los

arbustos silvestres, las tierras cultivadas, los bosques de roble, canelo, espino, las rancherías indígenas. Sus ojos se sorprenden ante la fertilidad, exuberancia y belleza de los campos que corren hacia el sur. Los servidores indios van dando nombres de plantas y lugares»<sup>10</sup>. «Hay de todo en abundancia, madera para los armazones, leña para el fuego, praderas para los caballos, agua corriente y cristalina»<sup>22</sup>.

Se fundó la capital de la nueva colonia a los pies del cerro Huelén. Se trazaron líneas rectas, paralelas, la manzana cuadrada que marca la geometría de las calles y el espacio público central. Fue el primer cambio radical en la relación con el espacio natural del valle. Con el propósito de establecer las costumbres europeas, se prohibió a los españoles cultivar especies indígenas<sup>3</sup>. Pero las condiciones naturales de clima y fertilidad de la tierra y la lejanía de la Madre Patria facilitaron el intercambio: se alternaban las cosechas de trigo y de maíz en el transcurso de un año; los frutos naturales comenzaron a ser apreciados por el extranjero; los nativos dejaron traspasar algunos conocimientos medicinales. Fueron los primeros indicios de intercultural, fusión de dos mundos.

En este período se suceden las modificaciones del paisaje, con la incorporación de especies de diversas características, nuevos coloridos, formas, proporciones y cambios estacionales exóticos.

Reconociendo «un clima similar al mediterráneo, con inviernos fríos y lluviosos, y veranos calurosos y secos»<sup>15</sup>, se traen frutales y cultivos europeos. Rosales dice que «todos los árboles frutales de España se aclimataron en Chile, los huertos eran bosques impenetrables de



Figura 2.  
«Paisaje de Lo Contador». A. Valenzuela Puelma  
(1869-1925). M.N.B.A. Fotógrafo Stefan Loebel.

guindos, ciruelos y membrillos. Hay melocotones, duraznos, peras, ciruelas, aceitunas, albaricoques, granadas, sidras, naranjas, limas, limones, toronjos, cioties, brevas, higos, manzanos, peros camuesos»<sup>17</sup>.

Estos cambios se manifiestan en la formación de huertos frutales y parrones, en solares protegidos al interior de la ciudad. Después de algunos años, se obliga a cultivar en quintas periféricas.

«El lugar natural se reordena estableciendo frente al hombre nuevos significados esenciales: lo urbano, el suburbio, las chacras, La Dehesa, las tierras que quedan fuera, los caminos de acceso y salida, lo no conquistado aún y lo desconocido»<sup>18</sup>.

Durante la Colonia se profundiza el cambio cultural. Se establecen las haciendas con cultivos extensivos: trigales, viñas y campos de pastoreo y una incipiente agroindustria, que se desarrolla en los conjuntos rurales, alrededor de las grandes casonas de sucesivos patios de trabajo, del siglo XVIII.

Alonso de Ovalle dice que «no hay un palmo de tierra desocupada de Colina a Maipú y de la cordillera a Carén.»<sup>15</sup>. Mariño de Lobera describe «las acequias con sus orillas hechas vergeles de arrayán, albahaca, rosas y otras yerbas y flores, lo cual también se halla en los cerros, esteros y collados, que todos están hechos unos jardines... hay por los campos grandes frutillares, se llama frutilla de Chile»<sup>11</sup>.

El valle de Santiago se va despojando rápidamente de su flora originaria, a pesar de las «restricciones del Ayuntamiento»<sup>22,23</sup> y se reemplaza por sauces babilónicos, a la orilla de las corrientes de agua y alamedas cortavientos en los límites<sup>3</sup>.

En este período de expansión de la agricultura y de consolidación de la ciudad, el cerro San Cristóbal aún está en la periferia.

Es proveedor de leña y de piedras: «rosada, para bases de edificios como La Moneda., pavimentos y gradas; y andesita azulada para adoquines, con la que se pavimentó la Alameda en 1900»<sup>4</sup>. Los vestigios de las canteras aún se pueden ver en sus laderas horadadas.

En 1776, en el plano levantado por Juan Ignacio Molina, se representa el cono del cerro en el extremo nororiente de la ciudad, en el límite urbano (Figura 1). En las ilustraciones de la época y en las pinturas posteriores, la ladera sur se pinta como parte de las vistas hacia la cordillera, con sus pendientes de colores tierra, probablemente erosionadas. Es el muro lateral visualmente orientador, que acompaña a la cuenca del río Mapocho, desde la altura del cerro Santa Lucía. En la franja del borde norte, entre el río y los faldeos del



cerro aún se conservan pataguas, sauces chilenos, praderas y vegas húmedas y “en las laderas quedan vestigios de vegetación indígena”<sup>23</sup> (Figura 2).

Con la construcción de los tajamares y los loteos de quintas hacia la calle Pedro de Valdivia, se inicia el acercamiento de la ciudad hacia el oriente y se destacan las vistas laterales del cerro.

A fines de la Colonia se produce otro cambio cultural. Se plantan las primeras arboledas, y luego de la Independencia se traen los modelos franceses, ingleses e italianos que se aplicaron en avenidas, parques de las haciendas, casonas periféricas y en los primeros parques públicos urbanos: la Quinta Normal y el cerro Santa Lucía.

Aparecen conjuntos de grandes árboles propios del paisaje europeo, a los que se agregan los que traen los viajeros desde India, China y Australia. Es la época del intercambio de plantas exóticas iniciada por el interés científico naturalista y en que la flora chilena también forma parte de las colecciones internacionales.

La fuerza propia de la naturaleza hace inevitable el desarrollo de una cultura mixta, no obstante el fuerte dominio europeo que va cambiando la imagen del valle. Los jesuitas Alonso de Ovalle, en el siglo XVII y Juan Ignacio Molina, en el siglo XVIII, valoran la belleza y cualidades medicinales de las especies indígenas.

A principios del siglo XIX, Juan y Mariano Egaña destacan el valor ornamental de la vegetación autóctona siendo precursores en la combinación de distintas especies, en la plantación del Parque Peñalolén.

Praguer en el siglo XX, entre otros, incluye la vegetación nativa en parques públicos y privados contribuyendo a reforzar su valor ornamental y a mantener viva su presencia.

## SIGLO XX. PARQUE A ESCALA METROPOLITANA

A principios del siglo XX, la ciudad en su desarrollo mira hacia el San Cristóbal, el cerro faro siempre presente. Se revela su vocación latente, intrínseca a las alturas americanas: como lugar sagrado reflejado en la escultura de la Virgen y mirador.

El destino reservado a este gran espacio central de

## Los escasos recursos disponibles reflejan que aún no ha madurado el concepto de urgencia de un Proyecto de Parque Integral.

## Es el tiempo de forestar, de experimentar, de ir conquistando el cerro por partes.

500ha es el de Parque Metropolitano, lugar de recreación, paseo y pulmón verde, en la concepción de la ciudad industrial contemporánea.

Se proyectan caminos, obras de regadío, el funicular, el zoológico en la primera mitad del siglo y las piscinas en los años sesenta. Se suceden las obras de arquitectura del paisaje de Kulcevsky (1921-26) y Martner (1962-74) con materiales del lugar, algunas proyectadas *in situ*.

En 1917 el intendente Alberto Mackenna propone plantar árboles, como un acto educativo y de dominio. Recomienda conservar lo que queda de flora

nativa, que se identifica con lo agreste, agregando el colorido de las especies exóticas. “Que crezcan en sus faldeos las palmeras de nuestra montaña, los peumos, los maitenes, los quillayes, las araucarias de la flora indígena, no lejos de múltiples variedades de pinos y abetos de la flora europea, un bosque luminoso y un inmenso balcón democrático, para respirar aire oxigenado y contemplar los picachos nevados”<sup>23</sup>.

Los escasos recursos disponibles reflejan que aún no ha madurado el concepto de urgencia de un Proyecto de Parque Integral.

Es el tiempo de forestar, de experimentar, de ir conquistando el cerro por partes.

Paralelamente, la tecnología incorpora antenas, torres de alta tensión, cables y materiales que obligan a despejar y volver a cortar la foresta. Avance y retroceso en la intención de recrear la naturaleza para la ciudad.

## LA MIRADA DEL SIGLO XXI

En el presente, se recoge la experiencia nacional e internacional, se mira la tierra en su unidad, como patrimonio de la humanidad. Se valoriza lo característico de cada lugar, se busca la identidad, el encuentro con lo propio en relación a otros, lo que nos diferencia y nos asemeja. La diversidad es riqueza.

Se reconoce la flora nativa, en el aspecto científico y estético; a la vez que se identifica con las zonas mediterráneas del hemisferio sur: en Chile, Sudáfrica y Australia.

En este contexto surge el Proyecto del nuevo Jardín



Botánico “Chagual” que se ubicará sobre dos pequeñas cuencas visuales, en la ladera sur del Cerro San Cristóbal: una mirando hacia la cordillera, naturaleza en la altura andina, y la otra enfocada en la ciudad, asentada en la planicie. Símbolo de la conjunción de lo natural y lo artificial-cultural.

(Las imágenes se obtuvieron a través de la Investigación Fondecyt N° 1980589 «La creación del paisaje de Chile. Estudios sobre naturaleza y Cultura. 1520-1970», dirigida por Cristina Felsenhardt).

### Bibliografía

- 1). Aguirre, Max. *La Arquitectura de Kulczewski en el Cerro San Cristóbal*. Revista Arq N° 34. Santiago de Chile. 1966.
- 2). Bannen Lanata, Pedro. *Santiago, quince escritos y cien imágenes*. Ediciones ARQ. Santiago de Chile. 1995.
  - 2.1. Abstaburuaga, Ricardo. *La Geomorfología del valle como premisa del sitio*.
  - 2.2. Casanueva, Manuel. *Tres esbozos para una crisis capital*.
  - 2.3. Martínez, René. *Santiago, Antecedentes sobre la Fundación y Trazado de la Ciudad*.
  - 2.4. Márquez, Jaime. *La Ciudad en Movimiento*.
- 3). Gay, Claudio. *Agricultura chilena. Icirá*. Santiago de Chile. 1973. (Año 1830-1842).
- 4). Guarda, Gabriel O.S.B. *Joaquín Toesca 1752-1799*. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago. 1997.
- 5). Graham, María. *Diario de mi residencia en Chile en 1822*. Editorial Francisco de Aguirre. Santiago de Chile. 1992.
- 6). Guardia, Parraguez, Peragallo. *Conchalí, Apuntes para una historia*. Municipalidad de Conchalí. Santiago de Chile, 1985.
- 7). Gurovich, Alberto. *Evocando a Alberto Mackenna Subercaseaux*. Revista de Arquitectura FAU. Universidad de Chile. 1993.
- 8). Lafond de Lurcy. *Viaje a Chile*. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 1970. (1822).
- 9). León Echaíz, René. *Historia de Santiago. Tomo I. La Colonia*. Imprenta Ricardo Neupert. Santiago de Chile. 1975.
- 10). León Echaíz, René. *Ñuñohue*. Editorial Francisco de Aguirre. Buenos Aires, Santiago de Chile. 1972.
- 11). Mariño de Lobera, *Crónica del Reino de Chile*. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 1970. Año 1552-1594.
- 12). Martner, Carlos. *El Cerro San Cristóbal*. Revista Arq N° 34. Santiago de Chile.
- 13). Mora Donoso, Alvaro. *Monumentos Nacionales y Arquitectura Tradición*. Región Metropolitana. Chile. 1980 aprox.
- 14). MOP. *Archivo de Monumentos Nacionales*.
- 15). Ovalle, Alonso de. *Histórica Relación del Reino de Chile*. Editorial Universitaria 3ª Edición. Santiago. 1978 (Año 1641)
- 16). *Parque Metropolitano*. Folleto Minvu 1941-1991. Santiago de Chile.
- 17). Peña Otaegui, Carlos. *Santiago de Siglo en Siglo*. Editorial Zig – Zag. Santiago de Chile. 1944.
- 18). Ringeling Polanco, Eugenio. *Las Condes. Corporación Cultural de las Condes*. Santiago de Chile. 1985.
- 19). Rosales, Abel. *La Chimba Antigua. La Cañadilla de Santiago 1541-1887*. Editorial Difusión. Santiago de Chile. 1948.
- 20). Sánchez, Jorge et al. *Turistel Centro 2001*. Santiago de Chile.
- 21). Subercaseaux, Benjamín. *Chile o una Loca Geografía*. Editorial Universitaria de Buenos Aires. 1964. (Año 1940).
- 22). Valdivia, Pedro de. *Cartas de Relación de la Conquista de Chile*. Editorial Universitaria, 2ª edición. Santiago de Chile. 1978. (1545-1552).
- 23). Velasco Reyes, Benjamín. *El Cerro San Cristóbal*. Editorial Nascimento. Santiago de Chile. 1927.
- 24). Vicuña Mackenna, Benjamín. *Historia de Santiago* Editorial Nascimento. 2ª Edición. Santiago. 1924. (Año 1868).
- 25). Vicuña Mackenna, Benjamín. *Miscelánea*. Revista Literaria N°29. Zig-Zag. Santiago de Chile. 1931.



## ¿CÓMO SE ADAPTA EL CHAGUAL A SU AMBIENTE?

Gloria Montenegro<sup>1</sup>, Ana María Mujica<sup>1</sup> y  
Claudia Ríos<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias Vegetales, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Para lograr sobrevivir y colonizar las laderas de exposición norte, ambientes con alta radiación y sequía durante el verano, característicos del clima mediterráneo, las especies del género *Puya* han desarrollado diversas estrategias. La más evidente es su forma de crecimiento como hemicriptófito, lo que significa que las yemas de renuevo quedan protegidas en un tallo comprimido al nivel del suelo, rodeadas por una densa roseta de hojas suculentas (Figura 1). En la base de cada una de estas hojas se encuentra una o más yemas que darán origen a un rizoma o bien a un nuevo hijuelo. De esta forma los chaguales van formando grandes masas, posibles de distinguir a gran distancia en las laderas del matorral de la zona central de Chile.

En *Puya chilensis* y *Puya berteroniana* se ha observado un interesante fenómeno de autocombustión sin llamas, pues es común ver los tallos rizomatosos, totalmente carbonizados. Probablemente, este mecanismo también observado en especies del desierto, permite un retorno más rápido de los nutrientes, donde las condiciones ambientales dificultan una adecuada descomposición del suelo por falta de agua o ausencia de descomponedores (Figura 2). Cada roseta de hojas presenta solo una yema ubicada en posición apical que dará origen a esa llamativa e imponente inflorescencia, cuyas flores

pueden ser verde azulosas, moradas, amarillas o verdes, dependiendo de la especie. Las flores de los chaguales producen abundante néctar y polen atrayendo un gran número de aves e insectos polinizadores (Figura 3).

Desde el punto de vista anatómico las hojas de estas especies presentan una epidermis inferior cubierta completamente por tricomas pluricelulares de tipo peltado. Los estomas se ubican en depresiones en la epidermis inferior protegidos por estos tricomas (Figura 4).

En un corte transversal por hoja se observan los haces vasculares distribuidos en forma paralela, característica común a todas a las monocotiledóneas, rodeados por vainas de fibras esclerenquémicas con una alto contenido de lignina en sus paredes, las que protegen los vasos floemáticos y xilemáticos. Esta característica ha originado su utilización en la fabricación de cuerdas (Figura 5).

No debemos olvidar que tan singulares adaptaciones pertenecen a especies endémicas cuyo hábitat está altamente amenazado. Cuidémoslas, evitemos que desaparezcan del planeta.

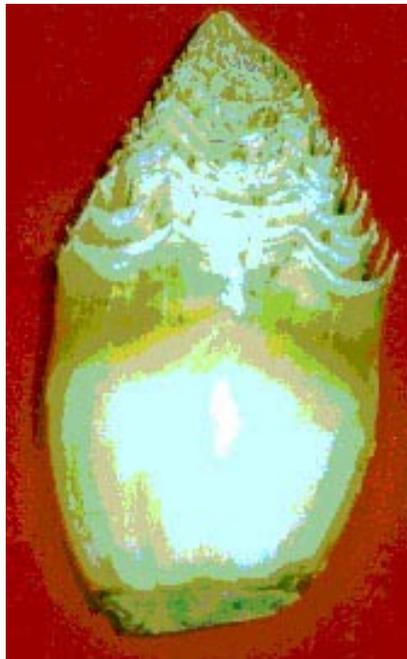


Figura 1.

Tallo acaule ubicado en la base de la roseta; se comercializa en los mercados como chagual.



Figura 2.  
**Tallos rizomatosos autocombustibles.**

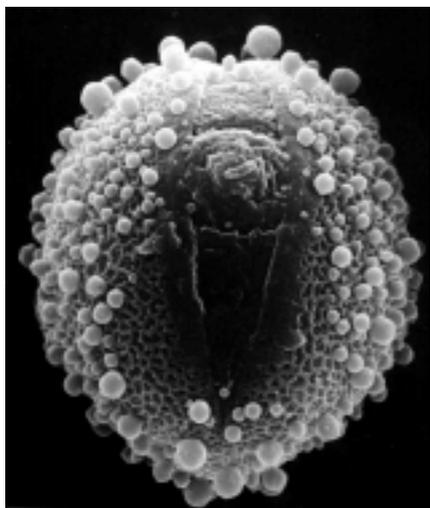


Figura 3.  
**Grano de polen con exina vesiculosa de Puya chilensis.**

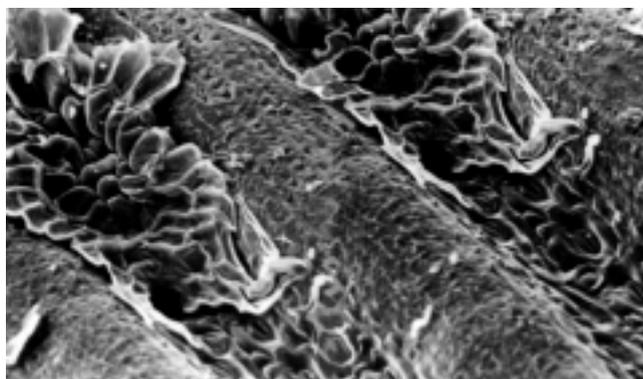


Figura 4.  
**Cara abaxial de la hoja, estomas en endiduras protegidos por tricomas pluricelulares peltados en Puya berteroniana**

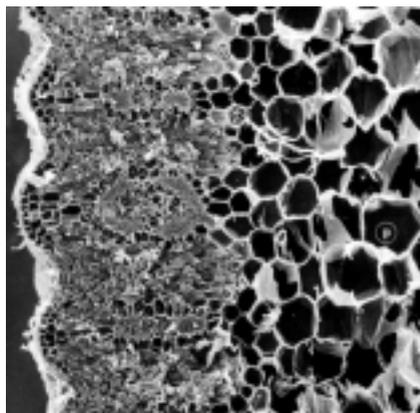


Figura 5.  
**Corte transversal por hoja e Puya berteroniana, fb = fibras rodeando al haz vascular, p= células de parénquima de gran tamaño.**



