

## Capítulo 1

### Conservación de Especies Amenazadas a Nivel Global y Regional

MARY T.K. ARROYO, JUAN J. ARMESTO & FRANCISCO A. SQUEO

#### RESUMEN

Se introduce la noción del concepto de biodiversidad, destacando que la Región de Atacama se inserta en uno de los 34 Hotspots Mundiales de la Biodiversidad. Se describe los ámbitos de la conservación biológica que subyacen el desarrollo de este libro y la importancia de contar con bases de datos florísticos sistematizados a nivel de las especies como instrumento de planificación para la conservación, uso sustentable y monitoreo de los cambios en los ecosistemas bajo cambio climático. Finalmente, se entrega una reseña breve de los contenidos del libro.

**Palabras Clave:** Biodiversidad, capital biológico natural, conservación.

#### INTRODUCCIÓN

La biodiversidad de una región geográfica o país - definida como la variedad y variabilidad entre los organismos vivos y los complejos ecológicos que los organismos forman (OTA 1987) - constituye su *capital biológico natural* o su *herencia natural*. Producto de millones de años de evolución orgánica y procesos e interacciones ecológicas complejas, y organizada jerárquicamente desde los niveles de poblaciones y especies hasta ecosistemas, la biodiversidad puede concebirse como canastas de soluciones biológicas organizadas en complejos funcionales de especies, las que son adaptadas a las condiciones ambientales de una región, y que provee numerosos servicios ecosistémicos a la humanidad. Por un lado, los organismos vivos, desde los microorganismos hasta las plantas y animales superiores, determinan la productividad de los ecosistemas, controlan los ciclos de nutrientes y afectan la estabilidad climática (Lubchenco et al. 1991). Por otro lado, las especies proporcionan una incalculable fuente de bienes a la humanidad, incluyendo también los satisfactores culturales (Brugnoli & Hoces de la Guarda 2004). Tales bienes incluyen fibras, madera, colorantes, medicinas, especies de valor en la floricultura y horticultura.

También hay que destacar que las especies de plantas y animales de una región imprimen un carácter particular a sus ecosistemas, determinando paisajes muy característicos y frecuentemente únicos, lo que es de gran relevancia en los países como Chile en donde las economías locales crecientemente se apoyan en el turismo convencional y eco-turismo. La pérdida local de la biodiversidad, aunque inicialmente imperceptible al ser humano,

constituye la primera etapa hacia la extinción regional y luego global. Dado que la funcionalidad de los ecosistemas depende de complejos de especies particulares, cómo incentivar la conservación de las especies por todos los actores de la sociedad y a la vez reducir las amenazas a las especies, constituye uno de los retos más grandes a la humanidad.

### **“Hotspot” Mundial de Biodiversidad**

La Región de Atacama se ubica en el sector norte del “hotspot” mundial de biodiversidad de Chile central. Dicho hotspot alberga 3.893 especies de plantas nativas, de las cuales un 50,3% de ellas están restringidas en su distribución al hotspot propiamente tal (Arroyo et al. 2004). Los hotspot o “*puntos calientes*” de biodiversidad con prioridad de conservación se definen como regiones donde se concentra un mínimo de 1.500 especies de plantas vasculares endémicas - equivalente al 0,5 por ciento del total de plantas vasculares en el mundo-, una alta proporción de vertebrados endémicos, y en donde el hábitat original ha sido fuertemente impactado por las acciones del hombre (Myers et al. 2000). A la fecha se han definido 34 hotspots mundialmente (Mittermeier et al. 2004), entre los cuales se encuentra el hotspot llamado “*Chilean winter rainfall-Valdivian forests*”, ubicado principalmente en Chile central. Este hotspot, según su definición actual (Arroyo et al. 2004), se extiende desde la costa del Pacífico hasta las cumbres andinas entre los 25° y 47°S, incluyendo la estrecha franja costera entre los 25° y 19°S, más las islas de Juan Fernández, y una pequeña área de bosques adyacente de Argentina. Incluye Chile central y el Norte Chico, ambos con lluvias de invierno, y parte del sur de Chile (IX hasta parte de la XI Región) con lluvias de verano e invierno. Definido de esta manera el hotspot chileno, desde el sur al norte, incluye los bosques lluviosos tipos Norpatagónico y Valdiviano, bosques deciduos dominados por varias especies de *Nothofagus* (*N. obliqua*, *N. alessandri*, *N. macrocarpa*), el bosque esclerófilo típico y matorrales del área de clima mediterráneo de Chile central, los desiertos de lluvia de invierno del Norte Chico, y la flora altoandina que se desarrolla por sobre la línea arbórea o su equivalente fitogeográfico en la Cordillera de los Andes y en la Cordillera de la Costa (Hoffmann et al. 1998). La gran diversidad de especies y taxa superiores y altos niveles de endemismo en este hotspot se debe a su posición intersticial entre dos regiones florísticas y faunísticas principales: las provincias Neotropical y antigua Gondwana, sumado a su carácter insular (Arroyo et al. 1996, Villagrán & Hinojosa 1997, Armesto et al. 1998), este último el producto de su fuerte aislamiento geográfico del resto del continente sudamericano por la Cordillera de los Andes y del norte del país por el desierto absoluto en el norte de Chile y sur de Perú.

### **Servicios Ecosistémicos**

Los seres humanos están rápidamente alterando las comunidades biológicas del mundo, su capacidad productiva, y la calidad de los servicios ecosistémicos impartidos por la biodiversidad. Algunos autores sostienen que será el hombre el responsable del sexto mayor evento de extinción en la historia de la vida (por ej. Chapin et al. 2000). A la alteración del hábitat, hay que sumar los efectos del cambio climático, el cual está ocurriendo a una tasa demasiado rápida como para que las especies puedan responder ecológica y evolutivamente. La actividad económica y social de la especie humana es posible gracias a productos y servicios que proveen los ecosistemas, conformando lo que se denomina un sistema ecológico-social acoplado (Liu et al. 2007). La especie

humana tiene impactos directos sobre los ecosistemas, a través del manejo, explotación de recursos, contaminación química y cambio del uso del suelo (Sala et al. 2000, Foley et al. 2005), o en forma indirecta a través de sus efectos sobre los ciclos climáticos (Zhang et al. 2007, Kerr 2007a,b). Actualmente, estos impactos representan un reto a la estabilidad y resiliencia de los sistemas acoplados ecológico-sociales que sostienen las economías regionales y gran parte de la economía global (Stern 2006, Perrings 2007). En el último siglo, la creciente actividad humana ha desencadenado tasas de pérdidas de biodiversidad, expansión de las áreas urbanas y rurales, y demandas de agua y recursos naturales que no tienen precedentes históricos (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Chile no ha estado exento a estas tendencias con evidentes consecuencias para su capital biológico.

### **Libros Rojos Regionales**

En este contexto, se hace imprescindible que todos los países desarrollen líneas de base de su capital natural, en particular de las especies amenazadas, y del estado de los ecosistemas, como se logró en este Libro Rojo de la Flora de la Región de Atacama. Los Libros Rojos Regionales constituyen un instrumento indispensable para la planificación estratégica de la conservación y uso de la biodiversidad en distintos ámbitos. Por un lado, ponen en relieve el conocimiento actual de la flora, en términos de riqueza de especies, composición taxonómica y endemismos, así sitúan una Región determinada en relación a las demás del país, información indispensable en cuanto al desarrollo de políticas de la conservación a nivel nacional. Dicho objetivo de los Libros Rojos Regionales es particularmente importante en Chile donde, todavía no existe una obra florística moderna completa del país. Por otra parte, la confección de una base de datos de las colectas albergadas en las instituciones botánicas del país permite detectar el grado de exploración de la Región, y donde la comunidad científica debe poner más esfuerzos en el futuro para mejorar dicho conocimiento. Ejemplo de estos son los libros rojos de la Región de Coquimbo (Squeo et al. 2001) y de O'Higgins (Serey et al. 2007). En lo legal, en la actualidad está operando el Reglamento para la Clasificación de Especies (DS 75 de 2005, Ministerio Secretaría General de la Presidencia), que establece las disposiciones que rigen el procedimiento para la clasificación de especies de flora y fauna silvestres en las distintas categorías de conservación a que alude el artículo 37 de la Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente. En esta publicación se llega a la conclusión que el 9,6% de la especies de la Región se encuentra en las categorías En Peligro (EP) o Vulnerable (VU). El porcentaje de especies con problemas de conservación aumenta a cerca del 27% si se incluye a las especies Insuficientemente Conocidas de la subcategoría potencialmente Extintas, En Peligro o Vulnerable. Resulta preocupante que tantas especies de una Región del país caracterizada por una relativa escasa actividad humana<sup>1</sup> y zonas urbanizadas de mediano tamaño<sup>2</sup> se encuentran en categorías de amenaza, sobre todo teniendo en cuenta la falta de áreas protegidas en dicha Región. Uno de los compromisos del proyecto que generó este libro, es entregar toda la información recopilada al Comité de Clasificación de Especies, instancia

---

<sup>1</sup> Esta aseveración es relativa ya que la Región de Atacama a tenido una gran actividad humana histórica (ver Capítulos 17, 18 y 21). Su efecto acumulado sería en gran parte responsable del estado actual de conservación de la flora regional.

<sup>2</sup> Esto también es relativo, ya que por ejemplo, la Recova del Mineral de Chañarillo tenía cerca de 10.000 habitantes ya en el año 1830 al 1840 (ver Capítulo 18).

técnica que define las categorías de conservación que se aplican a la flora y fauna nativa de Chile, y que es coordinada por la CONAMA (ver [www.conama.cl/clasificacionespecies](http://www.conama.cl/clasificacionespecies)). En particular, aquella referida a las especies endémicas de la Región de Atacama.

En 1992, Chile suscribió el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) de las Naciones Unidas, ratificándolo como Ley de la República en 1994. Producto del anterior, se elaboró la Estrategia y Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable Biodiversidad (EPAB) para conciliar los objetivos del CDB con el uso actual de los recursos biológicos y las metas de desarrollo social y económico del país. Este EPAB plantea establecer un nivel adecuado de protección para la totalidad de los ecosistemas relevantes del país. El resultado del mismo es la consolidación de un sistema nacional de áreas silvestres protegidas, terrestres y acuáticas, públicas y privadas que aseguren a las generaciones futuras el resguardo de su patrimonio natural y el aprovechamiento racional de sus recursos (CONAMA 2005). Una etapa esencial en este proceso es sobreponer la información de la riqueza de especies, número de endemismos y especies con problemas de conservación para cada ecosistema, objetivo que se logró plenamente en la presente publicación. La inclusión de la información sobre la biodiversidad al nivel de las especies, además de apuntar más nítidamente a las áreas prioritarias de conservación en cada ecosistema, es muy útil para guiar el establecimiento de jardines botánicos en las ciudades de la Región, y para incentivar acciones de conservación en las matrices semi-naturales manejadas fuera de las áreas protegidas y en los proyectos de desarrollo turístico, particularmente en la zona costera. Al mismo tiempo, aportar con información útil para prevenir efectos e impactos negativos en relación a las importantes inversiones que la minería realiza en la zona alta de la región. El EPAB en la Región de Atacama propuso 5 áreas con interés de conservación, todos sitios con componentes y características únicas (ver Capítulos 8, 11 y 13).

Finalmente, hoy día se hace indispensable desarrollar instrumentos confiables que den cuenta de las tasas de transformación, direcciones de cambio y sus determinantes sociales y económicos. Esta información se puede integrar en modelos predictivos de las tendencias futuras bajo diferentes “escenarios” de cambio global (incluyendo el cambio climático) y socio-económico. Los modelos son elementos claves para proponer acciones adaptativas que maximicen los beneficios ambientales y sociales ante un ambiente cambiante (Arroyo et al. 1993, Pielke et al. 2007). Asimismo, acciones de conservación de la biodiversidad deben incorporarse en la planificación de proyectos de inversión. En estas situaciones, iniciativas económicas y proyectos de desarrollo basados en las condiciones actuales, que ignoran la complejidad de los sistemas acoplados ecológico-sociales, enfrentan grandes incertidumbres y corren el riesgo de fracasar en el mediano plazo (Liu et al. 2007). Un aspecto fundamental para llegar a esta etapa es contar con una línea de base sólida de las áreas de distribución geográfica de cada especie y sus requerimientos climáticos. Es de esperar que las bases de datos florísticas que se desarrolló para efectuar los múltiples análisis presentados en Libro Rojo de la Flora de la Región de Atacama contribuyan también a lograr estos últimos objetivos.

Además del presente libro, el proyecto ha producido una página Web (<http://www.biouls.cl/lrojo>) y un disco compacto, donde están reunidos los

principales resultados y conclusiones de este trabajo. También se preparó material didáctico de apoyo (i.e., fichas pedagógicas y cartillas comunales) y un según libro que resume los principales resultados del estudio

## **CONTENIDOS DEL LIBRO**

Este libro está dividido en 5 partes que reúnen temáticas comunes. En la primera parte se presentan, junto al presente, dos capítulos que caracterizan las condiciones físicas de la Región de Atacama con importante incidencia en la flora y vegetación. La segunda parte se focaliza en establecer el estado de conservación de la flora regional (Capítulos 4 al 6). La tercera parte aborda un análisis de la diversidad vegetal, buscando relacionar los “hotspots” de diversidad, endemismos y especies con riesgo de extinción, para llegar finalmente a una propuesta integral de sitios prioritarios para la conservación de las especies amenazadas (Capítulos 7 al 10). En la cuarta parte de este libro, se presentan 12 capítulos específicos relevantes para el entendimiento de los patrones de biodiversidad regional y el efecto de distintas actividades humanas. Finalmente, en la quinta parte se presentan 3 anexos con información complementaria al objetivo de este libro y un glosario.

### **Parte I: Introducción**

Luego de este capítulo introductorio, Novoa et al. (Capítulo 2) hacen una reseña sobre las características del escenario geográfico físico de la región, y plantean una innovadora clasificación eco-geográfica para la Región de Atacama. La compleja topografía regional sumado a la presencia del Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur y la corriente fría de Humboldt, determinan las características climáticas de la Región de Atacama (Juliá et al., Capítulo 3). Entre estas destacan: a) bajas precipitaciones concentradas en unos pocos días en los meses de invierno la que aumenta en los años El Niño, b) la influencia del mar que da origen a intensas neblinas costeras, sin embargo hacia el interior de la Región la humedad relativa decrece fuertemente, salvo en zonas cultivadas y valles, c) temperaturas altas y con ciclos diurnos muy marcados. Juliá et al. (Capítulo 3), a través de una modelación atmosférica de mesoescala, muestran la influencia del cambio en la cobertura vegetal en un año lluvioso sobre las características meteorológicas de la región provocando una disminución de la temperatura del aire cercano a la superficie. Los modelos climáticos globales indican para el año 2065 un aumento de la temperatura de 2° a 3°C y de 5°C en sectores altos de la cordillera, y disminuciones en los montos de precipitaciones.

### **Parte II: Estado de Conservación de la Flora Nativa**

El Capítulo 4, Squeo et al. clasifican las especies de la flora nativa según sus categorías de conservación a nivel regional, basada en la metodología de inferencia de un riesgo de extinción de las especies a una escala regional y que fue desarrollada por Squeo et al. (2001). Esta metodología sigue las propuestas de la IUCN (2001) y el reglamento para la clasificación de especies. Se usan las siguientes categorías de conservación (riesgo de extinción) para la flora regional: a) Extinta (EX), b) En Peligro (EP), c) Vulnerable (VU), d) Fuera de Peligro (FP), e) Insuficientemente conocida (IC) y, f) No Evaluada (NE). La Región de Atacama tiene 980 especies de plantas vasculares nativas, de las cuales el 9,6% se encuentra en las categorías En Peligro o Vulnerable.

Arancio & Marticorena (Capítulo 5) entregan una descripción de las 94 especies con problemas de conservación a nivel regional, indicando el nombre común (cuando existe), una breve descripción taxonómica y de las causas que estarían determinando su actual estado de conservación.

Un catálogo completo de la flora nativa y naturalizada, con información sobre su categoría de conservación, forma de vida, distribución en Chile y en la Región de Atacama se entrega en el Capítulo 6. Este catálogo es un referente actualizado de mucha utilidad para el Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA) así como para el trabajo en diversas disciplinas científicas.

### **Parte III: Sitios de Interés para la Conservación de la Flora Nativa**

Letelier et al. (Capítulo 7) presentan un análisis de la diversidad vegetal regional, mostrando las áreas de mayor concentración de especies y endemismos. Ellos muestran que el 54,3% de las 980 especies nativas son endémicas de Chile. Dentro de las especies endémicas, las formas de vida con mayor número de especies son los arbustos (38,7%) y las hierbas perennes (28,9%). Esta relación se invierte al considerar la flora nativa total (hierbas perennes = 40,4%, arbustos= 29,8%). Los “hotspots” de diversidad basado en la modelación del nicho potencial de 31 especies endémicas a la Región de Atacama se concentran en las cordillera de la costa y penetran por los valles de Copiapó y Huasco. Entre el 12% y el 53% del nicho potencial de cada una de estas especies está incluido en la solución propuesta en el Capítulo 8.

Squeo et al. (Capítulo 8) integran la información disponible para definir los sitios prioritarios para la conservación de la diversidad vegetal y se evalúan diversos escenarios mediante un análisis de Optimización de Portafolio Espacial (SPOT). El diseño final propone 28 Sitios prioritarios a los que se suman las unidades del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado de Chile (SNASPE), el Área Marina y Costera Protegida (AMCP) Isla Grande de Atacama y la Reserva Natural Privada Huascoaltinos. Esta configuración alcanzó al 13% de la superficie regional, protege al 96% de las especies con problemas de conservación de la Región de Atacama y contiene al 82,5% del total de especies nativa de la región. Una descripción de estos sitios prioritarios para la conservación la presenta Squeo et al. (Capítulo 10).

La planificación de conservación de la biodiversidad requiere integrar variables socioeconómicas a los procesos de selección de sitios prioritarios. Estévez et al. (Capítulo 9) realizan un análisis de sensibilidad de la variable costo de conservación utilizada por SPOT. El costo de conservación base se compone de 4 variables: densidad de caminos, sitios poblados, centros mineros y uso del suelo. Se compararon las soluciones arrojadas con el costo base y dos variantes (costo base ajustado por la propiedad de la tierra y costo que incluye un ajuste adicional con un índice de oportunidad social de conservación). Concluyen que la selección de sitios prioritarios de conservación es sensible al tipo de costo utilizado.

### **Parte IV: Antecedentes de la Historia Natural y Humana de la Región de Atacama**

Meléndez & Louit (Capítulo 11) describen las principales características de las áreas silvestres protegidas, con énfasis en las actuales unidades del Sistema

Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) Regional. También se describen dos ejemplos de nuevos tipos de áreas protegidas: el AMCP-MU Isla Grande de Atacama y la Reserva Natural Privada Huascoaltinos. Se propone la conformación de un sistema integrado de áreas silvestres protegidas conformado por distintos tipos de reservas.

Recientemente, la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) incorporó la figura de Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) en Chile. La AMCP-MU Isla Grande de Atacama, es una de las tres unidades declaradas por el Estado de Chile. Gaymer et al. (Capítulo 12) hacen un análisis de la biodiversidad marina y terrestre de esta AMCP-MU. También indican las comunidades bentónicas y de la vegetación terrestre presentes en la unidad. Incluye catálogos de diversos grupos taxonómicos marinos y terrestres.

En el Capítulo 13, Ramírez de Arellano et al. analizan vacíos de conservación de la fauna de vertebrados de la Región de Atacama. Además entrega distintas soluciones espaciales para la configuración de un portafolio de conservación orientado a los vertebrados. Aunque utilizan metas de conservación distintas, estas áreas tienen una concordancia parcial con los sitios propuestos en el Capítulo 8 para las especies de plantas amenazadas.

Pizarro et al. (Capítulo 14) analizan la diversidad taxonómica de los artrópodos epígeos presente en la Región de Atacama, con especial énfasis a la artropodofauna asociada al PN Llanos de Challe. De 61 trabajos publicados entre 1840 y 2007 referentes a la artropodofauna presente en la Región de Atacama, el 68,9% de los mismos corresponde a insectos, con énfasis en Coleoptera (59%). La mayoría de los estudios consisten en descripciones de especies nuevas. Estos autores identifican los cambios ambientales naturales y causados por el hombre que pueden poner en peligro las especies de Arthropoda de Atacama.

Gutiérrez (Capítulo 15) muestra las principales características del Desierto Florido, que corresponde a una floración masiva en la estación primaveral estimulada por lluvias invernales superiores a 15 mm. Estas lluvias inusualmente altas están a menudo asociadas al fenómeno El Niño - Oscilación del Sur (ENOS). En los períodos secos las especies de plantas anuales están presentes como semillas latentes y las geófitas como bulbos bajo el suelo.

Maldonado & Rozas (Capítulo 16) entregan una visión del estado actual del conocimiento paleoclimático y de la vegetación asociada de la región de Atacama en los últimos 40.000 años. Para los inicios del Holoceno (ca. 10.400 años AP), se derriten los glaciares del último avance Pleistocénico. Entre los 9.500 y 7.300 años AP se habrían registrado intensas precipitaciones las cuales son seguidas por un intenso período de sequía que dura hasta los 5.000 años AP, desde donde se pasa a condiciones más húmedas que las actuales, las que comienzan a decaer en los últimos 500 años.

En el Capítulo 17, Jorquera-Jaramillo analiza los impactos sobre la vegetación regional causados por la agricultura y ganadería, destacando a un grupo importante de especies que han sido o están siendo afectadas directamente por la actividad agropecuaria. Como alternativas a esta situación, la autora plantea la urgencia de involucrar ampliamente a los múltiples actores

del sector agroalimentario regional y además: incorporar los proyectos agrícolas al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, apoyar la fiscalización del uso de los recursos bióticos, incentivar y difundir los beneficios de la diversificación intrapredial, capacitar en el uso de prácticas agroecológicas, generar incentivos a la propagación de especies nativas amenazadas (p.ej., la Ley de Bosque Nativo recientemente aprobada es una interesante posibilidad ya que establece mecanismos de regulación y de fomento para mejorar el estado de las formaciones xerófitas relevantes) y, lo más importante, educar.

La visión económica del desarrollo humano se instala en Atacama con el arribo del conquistador europeo, quien poseedor de nuevas tecnologías de producción, aprovecha los recursos minerales creando así las bases de una nueva industria, ágil y dinámica, la que hasta hoy es el principal aporte económico de la Región, para la cual los periodos de auge y decadencia registrados por esta actividad han tenido siempre una fuerte resonancia social y económica (Campos-Ortega & Jorquera-Jaramillo, Capítulo 18). La intervención minera en el pasado, particularmente a partir del siglo XIX, causó un importante impacto sobre la flora regional (Camus 2006). La minería actual enfrenta el desafío de ser cada vez más eficiente, aún explotando yacimientos de baja ley que requieren de grandes soportes tecnológicos para producir resultados positivos. Estos autores realizan un análisis de la influencia de la actividad minera en la Región de Atacama sobre la conservación de la biodiversidad. La exigencia del SEIA para la actividad minera ofrece interesantes oportunidades de conservación privada.

En el Capítulo 19, Guerrero et al. priorizan las especies endémicas a Chile presentes en la Región de Atacama basados en la unicidad taxonómica y el grado de endemismo. Plantean incorporar la priorización de especies como criterio complementario a la clasificación de amenaza en la toma de decisiones y práctica de la conservación de las especies vegetales.

En el Capítulo 20, León-Lobos et al. analizan las opciones de conservación *ex situ* como una efectiva herramienta de mantención y resguardo de la diversidad vegetal, en particular la de las poblaciones de especies con amenazas de extinción. La conservación *ex situ* aseguraría la variabilidad genética de las especies en el tiempo y la conservación *in situ*, permitiría la evolución y la co-evolución natural de las especies.

Muñoz (Capítulo 21) nos describe los esfuerzos de colección realizados en el siglo XIX. Rodolfo Amando Philippi (1808-1904) fue uno de los botánicos más importantes en el conocimiento de la diversidad biológica de Chile. Su libro "Viaje al desierto de Atacama" (1860) nos muestra una Región de Atacama incógnita. En su tarea tuvo la permanente colaboración de su hijo Federico Eunom Philippi (1838-1910). El trabajo de ambos comprendió casi 60 años, transcurridos durante la época de mayor expansión y desarrollo de nuestro territorio.

El Capítulo 22, Brown presenta las bases para el diseño curricular de intervenciones pedagógicas a nivel de aula que promuevan aprendizajes significativos en torno al tema de la conservación de la flora nativa regional. Propone la aplicación sistemática de una metodología indagatoria, con la finalidad de que los alumnos comprendan, avalúen y tomen decisiones



apropiadas ambientalmente en relación al proceso de conservación de la biodiversidad de la Región de Atacama.

### **Parte V: Anexos**

En el Anexo 1, Figueroa & Arancio presentan imágenes de las especies con problemas de conservación, de algunos paisajes y de la gente de campo que habita actualmente esta Región.

En el Anexo 2, Squeo y Letelier presentan los criterios operacionales y los valores de los índices utilizados para establecer el estado de conservación. Pareció transparente detallar los valores de estos índices. Aún cuando se siguió la filosofía de la IUCN (2001) y del Reglamento de Clasificación de Especies, en el futuro puede haber cambios de criterios o de categorías, por lo que los valores básicos de estos índices podrían ser re-interpretados. De la misma forma, nuevos antecedentes podrían hacer variar la información que sirvió de base para realizar este estudio. Esta posición no relativiza los resultados del estudio, pero reconoce que el conocimiento científico sobre las especies de plantas de la Región de Atacama debería aumentar en el futuro.

En el Anexo 3 se presentan las conclusiones y recomendaciones originadas en los Talleres de Validación, las que fueron integradas al análisis, interpretación y presentación de los resultados. También presentan la lista de los participantes en los talleres de Validación, a los cuales se reitera nuestro agradecimiento por la disposición que mostraron en colaborar con esta obra.

### **AGRADECIMIENTOS**

Esta investigación fue financiada por el Gobierno Regional de Atacama (Proyecto FNDR código BIP 30057872-0), bajo la responsabilidad de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) asociada con el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). También se recibió financiamiento del Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), Proyecto ICM P05-002.

### **REFERENCIAS**

- ARMESTO JJ, R ROZZI, C SMITH-RAMÍREZ, & MTK ARROYO (1998) Conservation targets in South American temperate forests. *Science* 282: 1271-1272.
- ARROYO, MTK, JJ ARMESTO, FA SQUEO & JR GUTIÉRREZ (1993) Global change: The flora and vegetation of Chile. En: (HA Mooney, ER Fuentes & BI Kronberg, eds) *Earth System Response to Global Change: Contrasts between North and South America*: 239-263. Academic Press, San Diego.
- ARROYO MTK, M RIVEROS, A PEÑALOZA, LA CAVIERES & A FAGGI (1996) Phytogeographic relationships and regional richness patterns of the cool temperate rainforest flora of southern South America. En: (RG Lawford, PB Alaback & E Fuentes, eds) *High-Latitude Rainforests and Associated Ecosystems of the West Coasts of the Americas*. Climate, Hydrology, Ecology and Conservation: 134-172. Springer Verlag, New York.
- ARROYO MTK, PA MARQUET, C MARTICORENA, JA SIMONETTI, LA CAVIERES, FA SQUEO & R ROZZI (2004) Chilean winter rainfall-Valdivian forests. En (Mittermeier RA., PR Gil, M Hoffmann, J Pilgrim, T Brooks, CG. Mittermeier, J Lamoreux & GAB da Fonseca, eds) *Hotspots Revisited: Earth's Biologically Wealthiest and most Threatened Ecosystems*: 99-103. CEMEX, México D.F.
- BRUGNOLI P & S HOCES DE LA GUARDA (2004) Vestir, revestir, transformar. *Patrimonio Cultural (Chile)* 9(31) [en línea] <[http://www.dibam.cl/patrimonio\\_](http://www.dibam.cl/patrimonio_)

- cultural/patrimonio\_piel/art\_vestir\_re.htm> [visita 20 febr. 2008]
- CAMUS P (2006) Ambiente, Bosques y Gestión Forestal en Chile. 1541-2005. Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos. Editorial LOM. 374 pp.
- CHAPIN III FS, ES ZAVALA, VT EVINER, RL NAYLOR, TM VITOUSEK, HL REYNOLDS, DU HOOPER, S LAVOREL, OE SALA ET AL. (2000) Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405: 234-242.
- CONAMA (2005) Plan de Acción de País para la Implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2004-2015. Comisión Nacional de Medio Ambiente, Santiago. 139 pp.
- FOLEY JA, R DEFRIES, GP ASNER, C BARFORD, G BONAN et al. (2005) Global consequences of land use. *Science* 309: 570-574.
- HOFFMANN A, MTK ARROYO, F LIBERONA, M MUÑOZ & J WATSON (1998) Plantas Altoandinas en la Flora Silvestre de Chile. Ediciones Fundación Claudio Gay, Santiago.
- UICN (2001) Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. ii + 33 pp.
- KERR RA (2007a) Humans and nature duel over the next decade's climate. *Science* 316: 746-747.
- KERR RA (2007b) Global warming is changing the world. *Science* 316:188-190.
- LIU J, T DIETZ, SR CARPENTER, M ALBERTI, C FOLKE, E MORAN et al. (2007) Complexity of coupled human and natural systems. *Science* 317: 1513-1516.
- LUBCHENCO J, AM OLSON, LB BRUBAKER, SR CARPENTER, MM HOLLAND et al. (1991) The Sustainable Biosphere Initiative: an ecological research agenda. *Ecology* 72: 371-412.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2005) Ecosystems and human well being. Island Press, Washington DC.
- MITTERMEIER RA, PR GIL, M HOFFMANN, J PILGRIM, T BROOKS, CG MITTERMEIER, J LAMOREUX & GAB DA FONSECA (2004) Hotspots Revisited: Earth's Biologically Wealthiest and most Threatened Ecosystems. CEMEX, México D.F.
- MYERS N, RA MITTERMEIER, CG MITERMEIER, GAB DA FONSECA & J KENT (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- OTA (US Congress, Office of Technological Assessment) (1987) Technologies to maintain biological diversity. OTA-F-300. US Government Printing Office, Washington DC.
- PERRINGS C (2007) Future challenges. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 104: 15179-15180.
- PIELKE RA, G PRINS, S RAYNER & D SAREWITZ (2007) Lifting the taboo on adaptation. *Nature* 445: 597-598.
- SALA OE, FS CHAPIN, JJ ARMESTO, E BERLOW, J BLOOMFIELD et al. (2000) Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287: 1770-1774.
- SEREY I, M RICCI & C SMITH-RAMÍREZ (2007) Libro Rojo de la Región de O'Higgins. Corporación Nacional Forestal - Universidad de Chile, Rancagua, Chile. 222 pp.
- SQUEO FA, G ARANCIO & JR GUTIÉRREZ (2001) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena. xiii + 372 pp.
- SQUEO FA, G ARANCIO, JR GUTIÉRREZ, L LETELIER, MTK ARROYO, P LEÓN-LOBOS & L RENTERÍA-ARRIETA (2008) Flora Amenazada de la Región de Atacama y Estrategias para su Conservación. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena viii+70 pp.
- STERN N (2006) The Economics of Climate Change: The Stern Review. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- VILLAGRÁN C & LF HINOJOSA (1997) Historia de los bosques del sur de Sudamérica, II: Análisis fitogeográfico. *Revista Chilena de Historia Natural* 70: 241-267.
- ZHANG X, FW ZWIERS, GC HEGERL, FH LAMBERT ET AL. (2007) Detection of human influence on twentieth-century precipitation trends. *Nature* 448: 461-464.