

## Capítulo 1

### Conservación de la Biodiversidad

#### BIODIVERSIDAD Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

El término biodiversidad se está utilizando cada día más, y está más generalizado el reconocimiento de las implicaciones que tendría perderla. 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. 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.

Las actividades humanas ejercen una marcada influencia en la disminución de las poblaciones de una especie, del número de especies que habitan un área determinada y en la pérdida irreversible de ambientes y ecosistemas. La pérdida de hábitat es la amenaza más importante en muchos países en desarrollo y se asocia a la excesiva explotación de los recursos naturales, al convertir zonas naturales en tierras agrícolas o dedicarlas al desarrollo e infraestructura urbana, al contaminar las tierras, las aguas y el aire (BDP & West 2001). La biodiversidad es esencial para el adecuado funcionamiento de

los ecosistemas y producción de servicios ecosistémicos de los cuales, el humano es dependiente.

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

Los hotspot o “*puntos calientes*” de biodiversidad se definen como regiones que contienen concentraciones excepcionales de especies nativas pero están experimentando rápidas pérdidas de su hábitat natural. A la fecha se han definido mundialmente 34 hotspots (Mittermeier et al. 2004), nueve de los cuales se encuentran en el continente Americano. Uno de ellos es el hotspot llamado “*Chilean winter rainfall-Valdivian forests*”, ubicado principalmente en Chile central en cuyo sector norte, se ubica la Región de Atacama (Arroyo et al. 2004).

El hotspot chileno, desde el sur al norte, incluye los bosques lluviosos tipos Norpatagónico y Valdiviano, bosques deciduos dominados por varias especies del género *Nothofagus* (conocidas como Coigüe, Hualo, Lengua, Roble, Ruil), 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 (Hoffmann et al. 1988).

### **Servicios Ecosistémicos**

Tradicionalmente la valoración económica de la biodiversidad se hacía sólo en términos de su atractivo, en la actualidad se reconoce que la biodiversidad favorece la productividad de los ecosistemas, aminora la variabilidad y los desastres ambientales y provee una serie de servicios ecosistémicos valiosos; entre los más conocidos se encuentran la provisión de comida, combustible y fibras, purificación de aire y agua, regulación de inundaciones, sequías, temperaturas extremas y vientos fuertes, polinización de plantas, incluyendo las cultivables, control de plagas y enfermedades, mantenimiento de recursos genéticos claves para el mejoramiento de variedades domesticadas, medicinas y otros productos, beneficios culturales y estéticos.

Aunque aún no se han evaluado en detalle, entre los servicios ecosistémicos que presta la biodiversidad en nuestras zonas áridas se encuentran, por ejemplo, el que los arbustos favorecen la infiltración del agua de lluvia a las napas subterráneas (Squeo et al. 2006), la cubierta vegetal modera las condiciones climáticas (Juliá et al. 2008) y reduce la pérdida de suelo por erosión, entre otros. El Desierto Florido en sí, es un servicio ecosistémico propio de la Región de Atacama (Gutiérrez 2008).

Los seres humanos se han convertido en los principales agentes de cambio del medio ambiente, influyendo en la biodiversidad y la estructura de los ecosistemas de muchas maneras. La contaminación del aire, la deforestación, el desarrollo urbano, la propagación de especies exóticas y los cambios en la composición de la atmósfera están alterando el funcionamiento de los ecosistemas. Esta alteración disminuye significativamente la capacidad de los ecosistemas para proporcionar servicios y recursos para nuestro uso (Ross & Wall 2001). Chile no ha estado exento a estas tendencias con evidentes consecuencias para su capital biológico.

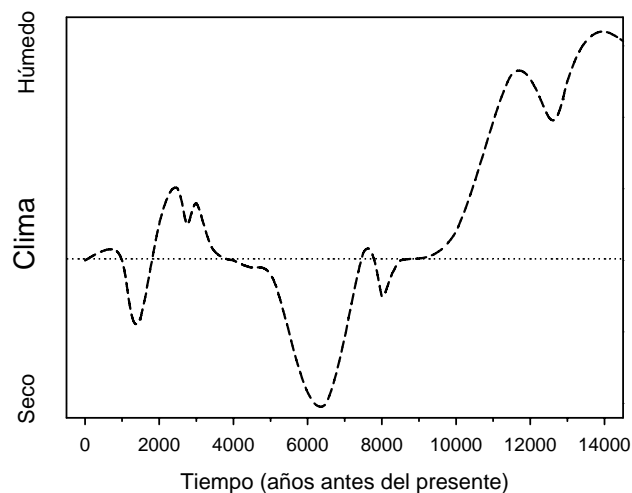
Con una gran influencia en la calidad de vida de la humanidad, los servicios ecosistémicos pasan inadvertidos por la mayoría de los seres humanos en su vida cotidiana. Desde la llegada del hombre a la Región de Atacama, la tierra

les entregó los recursos que necesitaban (p.ej., agua, alimento, medicina, vestido); con la colonización española, los recursos naturales facilitaron el desarrollo de la región hasta nuestros días. La minería dependía de la leña como combustible para las fundiciones (Campos-Ortega & Jorquera-Jaramillo 2008). También el desarrollo de la agricultura fue a expensas del suelo formado por la vegetación de los valles y el agua de los ríos (Jorquera-Jaramillo 2008).

## CLIMA DE LA REGIÓN DE ATACAMA

### Paleo Clima

Desde por lo menos los últimos 40.000 años antes del presente, el clima en la Región de Atacama ha estado ligado principalmente a la interacción del Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur y las precipitaciones originadas en el Cinturón de Vientos del Oeste (Maldonado & Rozas 2008). En el Último Máximo Glacial (hace 20.000 a 30.000 años), la región tenía temperaturas más frías y más precipitación que los actuales valores. Destaca una fase húmeda en la zona cordillerana durante el tardiglacial (entre los 14.000 y 11.000 años antes del presente). Los primeros habitantes habrían llegado a la región a principios del Holoceno, periodo que comprende los últimos 10.000 a 11.000 años, cuando las condiciones se tornaron más áridas (Fig. 1). La máxima aridez se habría alcanzado hace 7.500 a 6.000 años atrás, la que posteriormente habría disminuido en forma gradual. Más recientemente se ha registrado la mayor frecuencia de eventos asociados a fenómenos El Niño, a partir de los 2.000 a 1.500 años antes del presente.

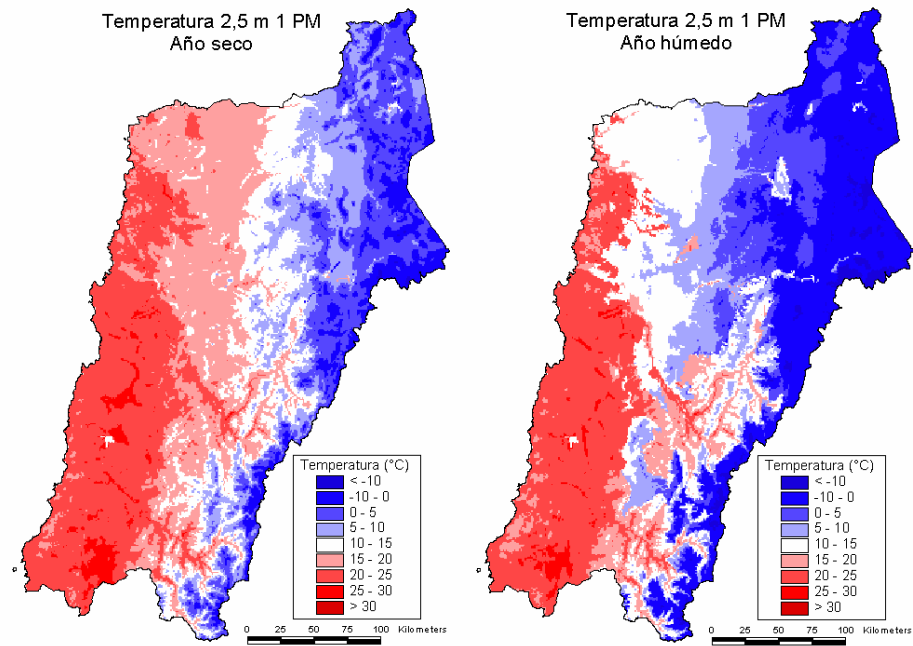


**Fig. 1.** Clima en la Región de Atacama durante los últimos 14.000 años. La condiciones climáticas más húmedas (y/o frías) o más secas (y/o cálida) están referidas a las actuales condiciones de la Región (basado en Maldonado & Rozas 2008).

### Clima Actual y Futuro

En la actualidad, las características climáticas de la Región de Atacama continúan siendo determinadas por la compleja topografía de la región sumado

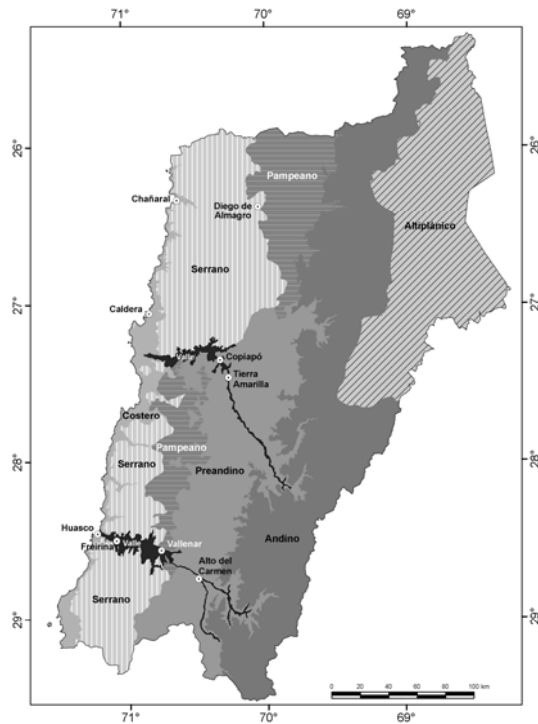
a la presencia del Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur y la corriente fría de Humboldt (Juliá et al. 2008). Entre estas destacan: a) bajas precipitaciones concentradas en unos pocos días en los meses de invierno la que aumenta en los años El Niño, b) la influencia del mar que da origen a intensas neblinas costeras, sin embargo, hacia el interior de la Región, la humedad relativa decrece fuertemente, salvo en zonas cultivadas y valles y, c) temperaturas altas y con ciclos diurnos muy marcados. También son característicos los ciclos climáticos, ciclos de 5-7 años asociados a El Niño - Oscilación del Sur (ENOS), y otros de escala de 1 a 2 décadas (interdecadal). El cambio en la cobertura vegetal en un año lluvioso modera la temperatura del aire cercano a la superficie (Fig. 2). No obstante, esta región también será afectada por el cambio climático global. Los modelos 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.



**Fig. 2.** Distribución de la temperatura máxima a 2,5 m de altura en un día de noviembre (modelación a escala regional). Izquierda: año seco; derecha: año lluvioso (tomado de Juliá et al. 2008).

## ECO-GEOGRAFÍA

Novoa et al. (2008) plantea una síntesis original de los ambientes naturales para la Región de Atacama, que dan cuenta de un quiebre a los 27°30' Sur, límite austral del altiplano (Fig. 3). En los 7 paisajes eco-geográficos definidos predominan el Andino (28,1% de la región), el cual es desplazado hacia el oeste por el Altiplánico (18,5%) al norte de los 27°S y el Serrano (21,3%), el cual es interrumpido por el área de influencia del río Copiapó. Los otros Paisajes definidos corresponden al Preandino (17,6%), Pampeano (9,6%), Costero (3,5%) y Valle (1,4%).

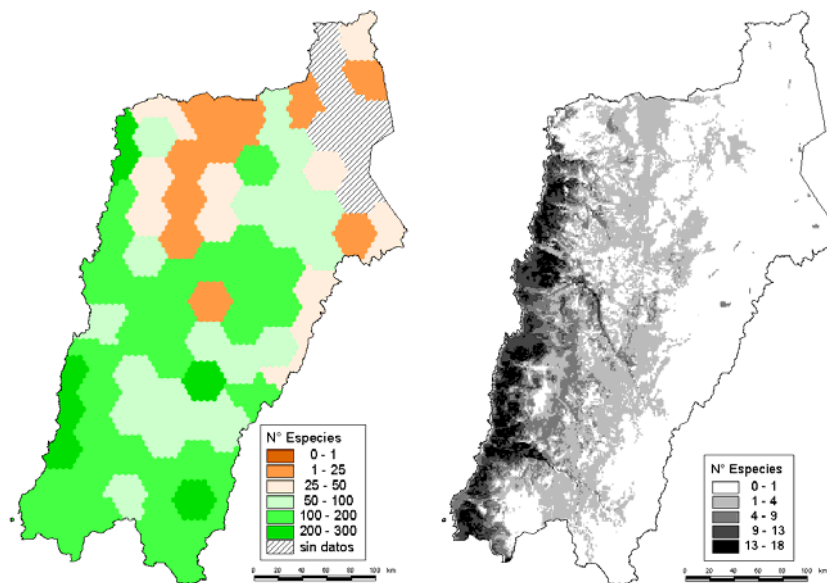


**Fig. 3.** Paisajes eco-geográficos de la Región de Atacama (basado en Novoa et al. 2008).

### DIVERSIDAD VEGETAL DE LA REGIÓN DE ATACAMA

Letelier et al. 2008, señalan que la Región de Atacama posee una de las floras con mayores niveles de endemismo en Chile. La flora total nativa (980 especies) e introducida naturalizada (119 especies) de esta región comprende poco más del 19% de las especies nativas presentes en la flora de Chile Continental. El 54,3% de las especies nativas son endémicas de Chile, y el 37,3% son endémicas de Atacama y regiones vecinas (Antofagasta y Coquimbo). Las formas de vida dominantes en la flora nativa son las hierbas perennes (40,4%), seguida por los arbustos (29,8%) y las hierbas anuales o bi-anuales (23,9%). Dentro de las especies endémicas de Atacama y regiones vecinas, el 37,7% corresponden a arbustos.

Al término de este estudio, se conoce más del 80% de la composición florística (en áreas de 925 km<sup>2</sup>) de los 2/3 de la región. Aún queda 1/10 de la región en que se conoce menos del 40% de su flora. A pesar de esto, se estimó que la mayor diversidad de especies nativas se concentra en los sectores costeros y hacia el sur de la región, y los menores en la porción intermedia norte de la región (Fig. 4). Dos de los sectores con mayor número de especies están asociados parcialmente a dos unidades del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE, PN Pan de Azúcar y Llanos de Challe).



**Fig. 4.** Áreas de concentración de biodiversidad en la Región de Atacama, Chile. Izquierda: número de especies estimado en áreas de 925 km<sup>2</sup>. Derecha: áreas de concentración de especies endémicas de la Región de Atacama, basado en los modelos de nicho de 31 especies (tomado de Letelier et al. 2008).

Los “hotspots” (puntos calientes) de diversidad basado en la modelación del nicho potencial (área que reúne las condiciones ambientales que permiten el desarrollo y crecimiento de la especie) 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 (Fig. 4). Entre el 12% y el 53% del nicho potencial de cada una de estas especies está incluido en la solución de sitios prioritarios encontrada en este estudio (ver Capítulo 3 y Squeo et al. 2008c).

La utilización de la modelación de nicho potencial permite proyectar las áreas potenciales de ocupación de las especies en escenarios de cambio climático global y para ubicar espacialmente las áreas consideradas como paleo-refugios climáticos son valiosas al momento del diseño de un portafolio de conservación. Esto será posible en el corto plazo cuando se disponga de los escenarios climáticos a meso-escala asociados al cambio global.