



Pascua Lama: Amenaza a la Biodiversidad



Documento 20 / Enero 2006

Carolina Villagrán

Bióloga, Doctora en Ciencias Naturales

Pascua Lama: Amenaza a la Biodiversidad



Carolina Villagrán
Bióloga, Doctora en Ciencias Naturales

Presentación

Pascua Lama es un proyecto minero de extracción de oro, cobre y plata que, de concretarse, se desarrollará a partir del año 2006 en la Cordillera de los Andes, tanto en el lado argentino como chileno. La empresa a cargo de esta ambiciosa y peligrosa iniciativa es Barrick Gold, que pretende dinamitar y remover tres glaciares la III Región en el valle del Río Huasco. El yacimiento contiene alrededor de 465 toneladas de oro, y Barrick invertirá sólo 1.500 millones de dólares, para obtener ganancias por más de 10 mil millones de dólares.

La extracción de oro incluye molienda, acidulación, oxidación, neutralización, remoción de oro y refinación. En cada una de estas etapas ocurren procesos que deterioran el medio ambiente. En la etapa de molienda se liberan al aire metales como el arsénico, que es tóxico para quien los inhale. También la adición de ácido sulfuroso puede contaminar las aguas. Durante la remoción de oro se utiliza cianuro, elemento que también es un factor de riesgo de contaminación de aguas. A la vez se recupera mercurio: lo que no se recupera se volatiliza al aire y es altamente contaminante.

A esto hay que agregar los depósitos de estériles -que corresponden a grandes acumulaciones de material inservible- generan aguas ácidas que escurren hacia el río Estrecho y hacia fuentes de agua subterránea. El tranque de relave que se colocará en territorio argentino afectaría la cuenca del río San Juan, que nace de la montaña El Mercedario (6.770 metros sobre el nivel del mar), donde se encuentra el glaciar el Caballito, ubicado en la reserva de la biosfera de San Guillermo.

El proyecto Pascua Lama originalmente fue aprobado el año 2001 por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (Conama). Sin embargo, la empresa se comprometió a entregar un Plan de Manejo de Glaciares el año 2004. Este estudio se presentó a fines de ese año con el nombre de "Viabilidad de Manejo de los Glaciares". En dicho informe se presenta la alternativa de mover con máquinas hidráulicas diez hectáreas de los glaciares Toro I, Toro II y Esperanza, que están dentro del rajo de la mina, a un cuarto glaciar llamado Guanaco.

En términos hidrológicos y ambientales proponer una solución de este tipo es inviable por varias razones. En primer lugar se trata de remover tres hectáreas de fuente de agua en una zona semi-árida, como lo son los Andes de la III Región, aledaños al desierto de Atacama, uno de los desiertos más secos del mundo. Durante la etapa de construcción de las obras ya se ha intervenido parte de estos glaciares y se ha incrementado el proceso de ablación, en parte por el polvo que se deposita en ellos alterando la temperatura. Por tanto, estas actividades no permiten asegurar la mantención de los volúmenes del hielo durante el traslado y redepósito.

Además de los impactos ambientales que significan el tranque de relaves, depósito de estériles, contaminación del agua del río Estrecho, de fuentes subterráneas y traslado de glaciares, habría que enfatizar que la disminución de fuentes de agua de una zona desértica puede tener un impacto social muy negativo al afectar la agricultura tradicional del valle del Huasco.

Por otra parte, se afectarán zonas de pastoreo de comunidades indígenas huascoalinas -descendientes de diaguitas- a las que se les negará el acceso de sus animales. Las cifras de empleos prometidos a 4 mil personas en la etapa de construcción del proyecto y 1.500 en la etapa de operación del proyecto, no compensarían el eventual deterioro de las fuentes de agua que posibilitan las actividades agrícolas del valle que involucran el trabajo de alrededor de 8.500 agricultores. Además, sólo un porcentaje de los trabajadores de Pascua Lama serán chilenos y, de ellos, tal vez sólo 50 personas sean de la región afectada. Si a esto agregamos el daño a una zona con un potencial turístico importante, con patrimonios arqueológicos de antigua data, los problemas de delincuencia, tránsito de camiones y pobreza que acarrea cualquier proyecto minero, estamos hablando de un desastre ecológico y social de proporciones, que aún se puede evitar.

El presente trabajo documenta la riqueza y fragilidad de la flora vascular nativa de los Andes de Vallenar y tiene como objetivo alertar a la comunidad regional acerca de las posibles consecuencias que tendría el deterioro ambiental y la perturbación de los recursos hídricos en la biodiversidad. El documento ha sido preparado e ilustrado por Carolina Villagrán, Profesora de la Universidad de Chile, y la información ha sido extraída y sintetizada del documento "PASCUA LAMA: UNA AMENAZA A LA MANTENCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE LOS ANDES DESÉRTICOS DE CHILE: Singularidades biogeográficas de la biota de los Andes de Vallenar (28°-29° S)", de los autores Carolina Villagrán, Ricardo Leiva, Juan J. Armesto & Alberto Veloso (texto enviado como documento para su publicación a la Revista Chilena de Historia Natural en noviembre del 2005).

Marcel Claude
Director Ejecutivo de Oceana

Índice

Singularidades biogeográficas de la flora nativa de los andes de vallenar (28°-29° s)	9
1. Límite climático y vegetacional	9
2. Riqueza de especies de plantas vasculares	10
3. Cobertura vegetal	11
4. Fragmentación de las comunidades y poblaciones	12
5. Endemismos de estrecho rango geográfico	12
6. Límites de distribución geográfica en Chile	13
7. Especies en estado de conservación precario	13
8. Conclusión: biodiversidad amenazada	15
Láminas	17
Bibliografía	29

Singularidades biogeográficas de la flora nativa de los andes de vallerar (28°-29° s)

En el presente documento queremos dejar constancia a la comunidad nacional de nuestra preocupación por el deterioro ambiental que podría causar la perturbación de los recursos hídricos sobre la biota nativa de los Andes de Vallerar, el principal núcleo de biodiversidad ("hotspot")¹ de los Andes Desérticos de las Regiones II, III y IV de Chile. Por su particular situación de interfase entre las regiones climáticas mediterránea y árida, numerosas especies encuentran en los Andes de Vallerar sus límites norte de distribución, muchas de ellas restringidas a humedales altoandinos. Sus fragmentadas poblaciones son especialmente susceptibles al aislamiento y reducción de sus hábitats, lo que determina, por un lado, un alto nivel de endemismo local y, por otro lado, una excepcional fragilidad del ecosistema altoandino. La eventual perturbación del ecosistema por faenas mineras como las programadas por el proyecto Pascua Lama es particularmente alarmante porque esta

vasta región andina, debido a su difícil acceso, ha sido insuficientemente investigada y no existen áreas de protección estatal de su biota².

El propósito de este documento es destacar brevemente e ilustrar los principales rasgos que, a nuestro juicio, destacan la importancia científica y la singularidad biogeográfica de la flora nativa de los Andes de Vallerar. La información botánica reseñada en este documento proviene de un estudio florístico realizado en 1984 en los Andes de Vallerar, en las cuencas de los ríos Laguna Grande y Valeriano, principales tributarios del río Huasco, entre los 1600 m y los 4300 m de altitud, límite superior de la vegetación, y entre las coordenadas geográficas 28°30' - 29°00' S y 69°45' - 70°15' W (Arroyo, Marticorena & Villagrán 1984). En la Lámina I se muestra la situación geográfica del área estudiada florísticamente.

1. Límite climático y vegetacional

Todo el territorio norte de nuestro país, un tercio de la superficie total, corresponde a uno de los ecosistemas más áridos del planeta, como consecuencia de la presencia constante del Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur, vigorizado por la surgencia de aguas frías de la Corriente del Perú (o de Humboldt), reforzado además por el efecto

de sombra de lluvias de la Cordillera de los Andes, que intercepta la penetración de masas de aire de origen amazónico, provenientes del este³.

A excepción de las lluvias de verano de procedencia amazónica (el así llamado, "Invierno Boliviano") en el sector

1 "En términos simples, la biodiversidad es la suma total de toda la variación biológica, desde el nivel de genes individuales a ecosistemas". Áreas con excepcional concentración de especies y endemismos han sido denominadas "hotspots de biodiversidad" (Squeo & Arroyo 2001)

2 Al sur del valle de Huasco, la primera área protegida por el Estado en la cordillera andina es la Parque Nacional El Morado, ubicado a 717 Km. de distancia. Hacia el Norte, el área protegida más cercana es el Parque Nacional Nevado Tres Cruces, en los Andes de Copiapó. Por lo tanto, la cordillera del valle de Huasco se encuentra en un hiato de cerca de 1000 Km. sin protección estatal.

3 "Según las observaciones del sabio y filántropo anciano don Carlos Anwandter han caído en Valdivia 2859 mm., esto es, la altura de un aposento ordinario de habitación en Santiago antiguo o algo parecido a la altura de la torre nueva de la Catedral en una década de años. En cambio, las lluvias que empapan las lomas de Atacama cabría en igual período de tiempo en un cubo igual a un mediano vaso de agua: 80 mm. en diez años: ocho centímetros, esto es, casi el largo del dedo meñique de una mano de mujer de bonita mano" (Benjamín Vicuña Mackenna, 1831-1886).

altiplánico del extremo norte del territorio, I y II regiones (Lámina II), prácticamente todas las precipitaciones en el resto de Chile tienen su origen en la banda o "Cinturón de Vientos del Oeste", propio de las latitudes templadas (Lámina II). Los vientos del oeste ejercen influencia en forma decreciente de sur a norte, hasta cerca de los 27° S, en el borde norte de la III Región de Atacama. Los registros instrumentales de lluvias de invierno más boreales corresponden a la estación climática de Potrerillos (26° 30' S), con un promedio anual de apenas 52 mm. y una cubierta vegetal prácticamente inexistente en los pisos bajos e intermedios de los Andes. Así, la III Región de Atacama representa uno de los más significativos límites climático-vegetacionales del territorio chileno, y del Cono Sur de Sudamérica: la interfase entre la región semiárida del norte chico y el desierto hiperárido de Atacama en el norte grande de Chile y Perú (Lámina II).

Adicionalmente, la región del norte chico de Chile (III y IV Regiones) está sujeta a fuertes fluctuaciones climáticas de carácter interanual. La más destacada fuente de

variabilidad corresponde a la asociada al fenómeno de la "Oscilación del Sur", con cambios pluviométricos de frecuencia irregular y una recurrencia de 3 a 6 años. La fase positiva de la Oscilación del Sur, caracterizada por un aumento de la diferencia de presiones a ambos lados de la cuenca Pacífica ecuatorial, y asociada en muchos casos a eventos llamados "La Niña", se expresa en años anormalmente secos y fríos en Chile central y norte chico. Así por ejemplo, Vicuña Mackenna (1970) citaba los dramáticos efectos ecológicos, económicos y sociales de las grandes sequías históricas de la región, ocurridas entre 1637-1639; 1743; 1771-1777; 1781; 1863; 1872. Sequías más modernas que han afectado la zona han sido ampliamente reseñadas en la prensa nacional, entre ellas las intensas sequías de 1924 y 1968. En contraste, la fase negativa de la Oscilación del Sur, asociada en sus eventos extremos al fenómeno local conocido como "El Niño", se caracteriza por periodos más lluviosos y cálidos en estas mismas regiones.

2. Riqueza de especies de plantas vasculares

El sector de los Andes de Vallenar, en torno a las latitudes 28°-29° S, se caracterizan por exhibir la máxima riqueza de especies de plantas vasculares en el ámbito de los Andes áridos de la II, III y IV Regiones de Chile (Figura 1). De acuerdo al estudio realizado en los Andes de Vallenar, anteriormente mencionado (Arroyo, Marticorena & Villagrán, 1984), existen en la región 281 especies de plantas vasculares, una cifra equivalente solamente a las encontradas en los Andes de Chile central (33° S) y extremo altiplánico norte de Chile (18° S; Figura 1). El número de especies de plantas de los Andes de Vallenar, decae pronunciadamente hacia el norte, culminando con el mínimo número de especies de plantas andinas encontrado en Chile, correspondiente a 55 especies

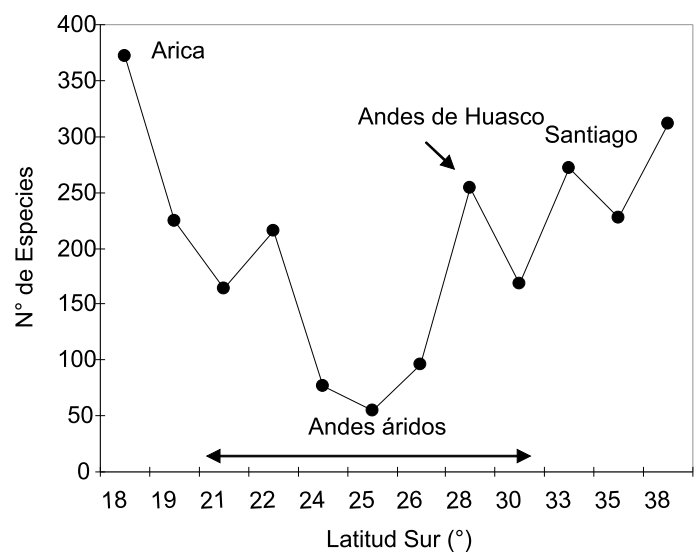


Fig. 1: Distribución latitudinal de la riqueza de especies de Plantas Vasculares a lo largo de los Andes Chilenos (de acuerdo a Villagrán & Hinojosa 2005)

observadas en los Andes de Copiapó, en torno de los 25° 30'S (Figura 1). En esta zona andina, la escasez de lluvias genera condiciones hiperáridas que afectan también dramáticamente la continuidad de la cubierta vegetal.

El máximo de riqueza de especies de plantas vasculares, dentro del ámbito de los Andes desérticos de Chile, que se registra actualmente en la Región de los Andes de Vallenar, podría ser interpretado como una consecuencia

de la confluencia de especies pertenecientes a las comunidades vegetales mediterráneas de Chile central y del altiplano andino que co-ocurren en esta área, por su carácter de interfase climática. Estos mismos patrones de distribución latitudinal de riqueza de especies han sido descritos para grupos de pequeños mamíferos en los Andes de Chile (Moreno, Villagrán, Marquet & Marshall, 1994) y Anfibios Anuros (Veloso, 2005).

3. Cobertura vegetal

Los patrones latitudinales de cobertura de vegetación muestran la misma tendencia que la riqueza de especies de plantas. En la Figura 2 se muestra la relación entre el porcentaje de cobertura vegetal y la altitud, y en la Lámina II su variación latitudinal a través de los Andes altiplánicos y desérticos (Schmithüsen 1956; Villagrán *et al.*, 1983; Arroyo *et al.*, 1988). Desde los Andes altiplánicos (18° S) hacia el sur, se observa una fuerte reducción de la cobertura vegetal total, en concordancia con el incremento de aridez, asociado a la disminución de los vientos de fuente este, que culmina en los Andes desérticos de Copiapó (26° S), con porcentajes de cobertura vegetal de menos de 15%. A la latitud de los Andes de Vallenar (28° S), se produce una recuperación de la cubierta vegetal, con porcentajes cercanos a 30% a altitudes medias (3000-3500 metros), una consecuencia de la creciente influencia mediterránea con lluvias invernales episódicas procedentes del oeste.

En la Lámina III se muestra un esquema de la zonación altitudinal y fisonomía de la vegetación de los Andes de Vallenar (realizada por Cristian Villagra), destacando la vegetación ribereña del valle del río Huasco y sus tributarios y la de los escalones altitudinales subandino, altoandino y subnival, todos ellos dominados por distintas especies leñosas del género *Adesmia*. Se destacan

también las formaciones discontinuas de vegas y bofedales y las formaciones subnivas, con muy baja cobertura vegetal y crecimiento de pequeñas rosetas y cojincitos. En las Láminas IV, V y VI se ilustran las especies más representativas de *Adesmia* que caracterizan los escalones andinos, la flora característica de los taludes con deslizamiento de sustratos y las especies de cojines diminutos que caracterizan la dispersa vegetación subnival.

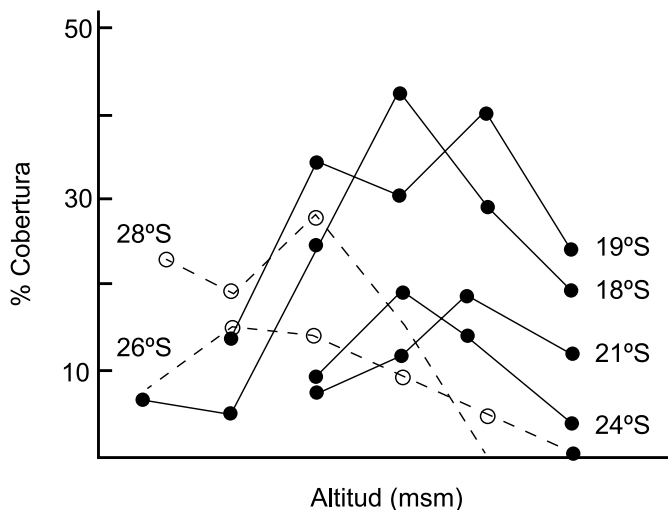


Fig. 2: Distribución altitudinal de la cobertura vegetal en transectos situados en los Andes Altiplánicos (18°-24° S) y Desérticos (26°-28° S), de acuerdo a Arroyo *et al* (1888). La línea continua representa lluvias de verano; la línea segmentada representa las lluvias de Invierno.

4. Fragmentación de las comunidades y poblaciones

Debido a las condiciones semidesérticas de los Andes de Vallenar, las plantas no se distribuyen continuamente en el área andina regida por el clima regional, sino que tienden hacia una distribución discontinua y fragmentada, restringiéndose muchas de ellas a aquellos hábitats con afluencia de aguas subterráneas o cercanía de cursos de agua. De especial significado son las comunidades de vegas y bofedales altoandinos, formaciones vegetales discontinuas que se desarrollan en situaciones geomorfológicas especiales, donde aflora la napa de aguas subterráneas o se acumula agua de deshielo. Gracias a la humedad edáfica, estos hábitats concentran especies de requerimientos húmedos en climas áridos, actuando así como refugios de la avifauna como asimismo de la flora zonal durante los períodos de sequía. Las áreas de Vegas y Bofedales son bastante extensas en el altiplano de la I Región y en Chile central, disminuyendo progresivamente hacia los ambientes hiperáridos en la II y III Regiones

de Chile (Villagrán *et al.* 1983; Moreno *et al.* 1994). De acuerdo al estudio botánico anteriormente citado (Arroyo, Marticorena & Villagrán 1984), cerca de un tercio (31,3%; 88 especies) de las especies de plantas vasculares registradas en los Andes de Vallenar (total = 281 especies) crecen exclusivamente en las zonas de humedales, ya sea en Vegas o en Bofedales altoandinos, o márgenes de ríos y lagunas. También grupos importantes de animales se restringen a los hábitats de Humedales, como es el caso de los peces, anfibios anuros, decápodos y gran parte de la avifauna.

En las Láminas VII, VIII se muestra el aspecto de las vegas y bofedales altoandinos y se destacan algunas de sus especies acuáticas y palustres características. En la Lámina IX se muestran algunos ejemplos de la flora ribereña aledaña a los cursos de los ríos, con especies leñosas como el algarrobo, el espinillo y el chañar.

5. Endemismos de estrecho rango geográfico

De los 10 géneros endémicos andinos de la Flora de Chile⁴, de acuerdo a Marticorena (1990), cinco están representados en los Andes de Vallenar. Tres de ellos se restringen a los Andes de Vallenar (*Cyphocarpus*, *Dinemagonum*, *Phrodus*), uno es compartido con los Andes de Santiago (*Homalocarpus*) y uno con los Andes de la II y IV Regiones (*Eriosyce*).

En la Lámina X se muestra dos especies de plantas de

los Andes de Vallenar pertenecientes a algunos de los géneros endémicos chilenos. Este es el caso del arbusto *Dinemagonum maculigerum* Phil. (Familia Malphigiáceas), que presenta escasas poblaciones, y ha sido colectado en el piso andino inferior de los Andes de Vallenar, entre 1600 y 2050 metros, tanto en río Conay, entre quebrada Albaricoque y la Junta de Valeriano, como en la cuenca de la Laguna Grande. Otra especie perteneciente a un género endémico de los Andes de Vallenar es el arbusto *Phrodus*

4 Géneros endémicos de los Andes de Chile: *Eriosyce* (6 especies), Cactaceae, Andes de la II-IV Regiones; *Cyphocarpus* (3 especies), Campanulaceae, Andes de Vallenar; *Calopappus* (1 especie, *C. acerosus*), Compositae, Andes de Santiago; *Scyphanthus* (2 especies), Loasaceae, Andes de Santiago; *Dinemandra* (1 especie), Malphigiaceae, Andes de Copiapó; *Dinemagonum* (1 especie), Malphigiaceae, Andes de Vallenar; *Anisomeria* (2 especies), Phytolaccaceae, Andes de Santiago; *Phrodus* (1 especie), Solanaceae, Andes de Vallenar; *Homalocarpus* (6 especies), Umbelliferae, Andes de Santiago y Vallenar; *Leucocoryne* (11 especies), Liliaceae, Andes de Santiago. A nivel global, se entiende por endémico de Chile un taxon de plantas que crece solamente en nuestro país. Un endemismo de estrecho rango geográfico ocupa una pequeña región dentro del territorio chileno.

microphyllus (Miers) Miers (Familia Solanáceas), que habita únicamente en el margen desértico del Río Conay, en el área de la Junta de Valeriano, entre 1.800 y 1.950 metros.

Los otros géneros andinos endémicos de Chile están representados en los Andes de Vallenar por las siguientes especies: *Cyphocarpus rigescens* Miers (Familia Campanuláceas), hierba anual colectada entre Junta de Valeriano y Potrero de Toledo, entre 1800 y 2000 metros;

Homalocarpus dichotomus (Poepp. x DC.) Math. (Familia Apiáceas), hierba anual, que crece aisladamente en laderas pedregosas de las Cuencas de Laguna Grande y Laguna Chica, entre 1.800 y 2.950 metros.; y *Eriosyce* sp. (Familia Cactáceas), cactus esferoidal y ligeramente enterrado, extremadamente escaso, ya que ha sido observado un sólo individuo 2 kilómetros al noreste del Potrero de Toledo, a 2.550 metros.

6. Límites de distribución geográfica en Chile

La situación de interfase climática que tiene la región de los Andes de Vallenar se manifiesta en su carácter de límite biogeográfico de la biota andina chilena para numerosas especies de plantas y animales. Así por ejemplo, en la flora vascular reconocida en la región (Arroyo, Marticorena & Villagrán 1984) se registran 15 nuevos límites norte de especies de plantas de los Andes mediterráneos de Chile y de la estepa patagónica de Argentina⁵. Paralelamente,

en este trabajo también se registran cinco nuevos límites sur de especies pertenecientes a los Andes altiplánicos del norte de Chile⁶. En la lámina IX se muestran algunos ejemplos de plantas que alcanzan en los Andes de Vallenar su límite de distribución geográfica en Chile, destacándose tanto especies altiplánicas con límite sur en la región, como asimismo especies andino-mediterráneas con límite norte en la misma.

7. Especies en estado de conservación precario

De acuerdo al Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (CONAF 1989), entre las especies de árboles y arbustos clasificados como con problemas de conservación en la III Región de Atacama, categoría de "vulnerables", las siguientes especies se encuentran en los Andes de Vallenar: *Krameria cistoidea*, el pacul (Familia Krameriaceae), *Laretia acaulis*, la yareta del centro (Apiaceae), y *Prosopis*

chilensis, el algarrobo (Mimosaceae). En la Lámina X se muestran estas especies.

De acuerdo a Ravenna *et al.* (1998), entre las especies de hierbas bulbosas presentes en los Andes de Vallenar, la especie *Alstroemeria andina* ssp. *venustula*, ha sido clasificada como "rara".

5 Nuevos Límites Norte: *Alstroemeria andina* Phil., *Alstroemeria venustula* Phil., *Azorella madreporica* Clos, *Carex vallis-pulchrae* Phil., *Chaetanthera leptcephala* Cabr., *Hordeum santacruceense* Parodi et Nicora, *Laretia acaulis* (Cav.) Gill. et Hook., *Mulinum spinosum* (Cav.) Pers., *Ranunculus uniflorus* Phil. ex Reiche fma. *uniflorus*, *Senecio oreinus* Cabr., *Tetraglochin alatum* (Gill. ex H. et A.) O.K., *Trechonaetes laciniata* Miers; *Valeriana stricta* Clos; *V. vaga* Clos; *Viola montagnei* Gay. (establecidos en Arroyo, Marticorena y Villagrán 1984)

6 Nuevos Límites Sur: *Lycium vergarae* Phil.; *Malesherbia lactea* Phil.; *M. rugosa* Gay; *Oxalis uspallatensis* Knuth; *Tagetes multiflora* H.B.K. (establecidos en Arroyo, Marticorena y Villagrán 1984)

Por otro lado, Belmonte *et al.* (1998), entre las especies de cactus presentes en los Andes de Vallenar, la especie *Eriosyce sp.* (que podría ser *E. megacarpa* o *E. rodentiophila*) ha sido clasificada como “vulnerable”. La misma clasificación tiene *Equisetum giganteum*, presente en los Andes de Vallenar, de acuerdo a Baeza *et al.* (1998).

La composición, distribución, abundancia y estado de conservación de Plantas no vasculares en los Andes de Vallenar, desafortunadamente, en extremo desconocida en la región, como también a nivel nacional. Especialmente vulnerables a los cambios de los hábitats de humedales serían las especies de algas dulceacuícolas, musgos y hepáticas, considerando que son taxa prácticamente exclusivos de los humedales. Entre los musgos, He (1998) registra siete especies para la III Región de Atacama,

entre los cuales dos serían clasificables como especies de estrecho rango geográfico, ya que se restringen exclusivamente a esta región chilena: *Pottia flavipes* Mont.; *Rhynchostegium peruvienne* (Williams) Ochyra. Las otras cuatro especies de Musgos, se encuentran solamente en una región chilena además de la Región de Atacama, por lo que podrían considerarse relativamente “escasas” en Chile. Estas son: *Hygroamblystegium austrofluviale* (C. Müll.) Broth.; *Orthotrichum johnstoni* Bartr.; *Aloina rosea* (Williams) Delgadillo; *Bryum pallescens* Schleich ex Schwaegr.; y *Leptobryum wilsonii* (Mitt.) Broth.

Entre los Líquenes, Meléndez *et al.* (1998) clasifican como “vulnerables” cuatro especies de la III Región: *Roccella portentosa*, *Roccellina crecebriformis*, *Teloschistes chrysophthalmus* y *T. flavicans*.

8. Conclusión: biodiversidad amenazada

Los particulares rasgos biogeográficos de la zona andina de Vallenar, brevemente reseñados, tienen consecuencias importantes que deben considerarse en la protección y eventual uso de los ecosistemas y recursos biológicos de los Andes de Vallenar. Todas las características discutidas para la flora de esta región la distinguen como un reservorio importante de biodiversidad genética en los ecosistemas andinos chilenos. Aunque no existen estudios genéticos moleculares de la flora de esta región, se puede inferir una marcada diferenciación genética de las poblaciones locales, sobre la base de las siguientes evidencias: a) concentración de la riqueza de especies andinas en el ámbito de los Andes desérticos; b) elevado nivel de endemismo local a nivel genérico y específico; c) distribuciones geográficas de especies de muy estrecho rango en el contexto nacional; d) aislamiento y fragmentación de poblaciones y comunidades locales (e.g., vegas y bofedales), acentuando la discontinuidad de las distribuciones en el gradiente altitudinal andino; e) poblaciones aisladas correspondientes a los bordes de distribución norte y sur de numerosas especies de la flora andina chilena.

Considerando que la conservación de las poblaciones con mayor variabilidad y diferenciación genética tiene gran relevancia para mantener el potencial de las especies de responder a rápidos cambios climáticos (Premoli *et al.*, 2000), debería darse máxima prioridad a la conservación de la biota de esta área que ha evolucionado históricamente en un escenario sujeto a fuertes fluctuaciones climáticas, con sequías prolongadas de severo impacto ecológico, social y económico. La protección estatal de estos ecosistemas es, entonces, una necesidad urgente.

En particular, es necesario enfatizar que la conservación de la biodiversidad de los Andes de Vallenar está supeditada en gran medida a un factor prioritario de extrema importancia: la mantención de las condiciones de hábitat que permiten el desarrollo de los humedales altoandinos, ambientes especialmente favorables para el refugio de biota. En una región particularmente afectada por aridez, como ocurre en la III región, la diversidad de plantas y grupos de animales asociados a humedales depende de la mantención del volumen y pureza de las fuentes de aguas subterráneas y de deshielo, además del caudal de los cursos de aguas superficiales.

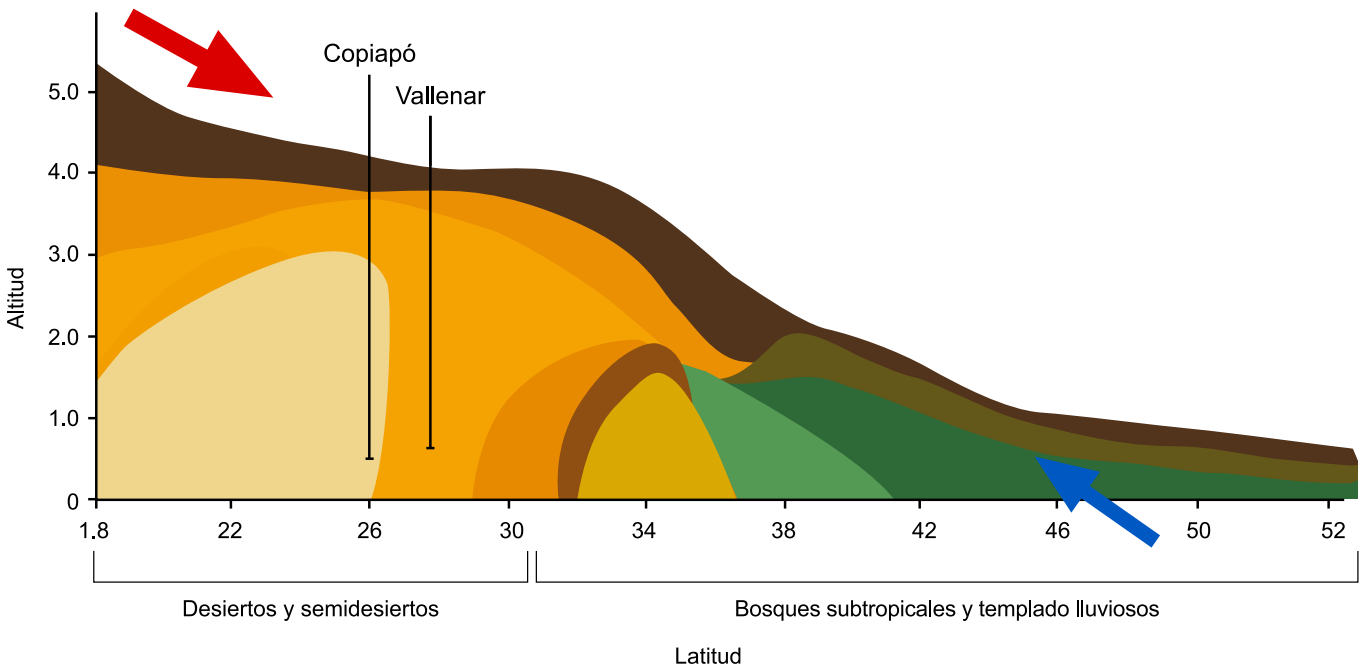
Láminas

Pascua Lama: Amenaza a la Biodiversidad

Lámina I: Con círculo rojo se destaca la situación geográfica de la región de la Cordillera de los Andes de Vallenar estudiada botánicamente. El área se inicia en el poblado de Conay y quebrada Albaricoque, abarcando las cuencas de Laguna Grande y Laguna Chica, Portezuelo de Cantarito (4106 m), faldeos SO del Cerro Cantaritos (4300 msm), Portezuelo de Vizcachas (4000 m), Portezuelo de Zepeda (4100 m) y Portezuelo Yerba Buena (3950 m). La zona de estudio se extiende entre 1.600 y 4.300 msm, límite superior de la vegetación, y entre las coordenadas geográficas 28°30' - 29°00' S y 69°45' - 70°15' W. Con asterisco rojo se destaca el área del proyecto minero Pascua-Lama.



Lámina II: Distribución geográfica de la vegetación chilena a lo largo de la vertiente occidental de los Andes, de acuerdo a Schmithüsen 1956). Se destaca con flechas la influencia de los grandes sistemas climáticos en los Andes chilenos, vientos alisios del este de fuente Amazónica (en rojo) y vientos del oeste de las latitudes templadas (azul). Desde los Andes altiplánicos (18° S) hacia el sur, se observa el ascenso altitudinal y compactación de los pisos de vegetación andina, en concordancia con la disminución de las lluvias de fuente este, tendencia que culmina en los Andes desérticos de Copiapó (26° S). Desde la latitud de los Andes de Vallenar (28° S) hacia el sur se observa la recuperación de la cubierta vegetal andina, una consecuencia de la creciente influencia de las lluvias invernales asociadas al cinturón de los vientos del oeste.



Pascua Lama: Amenaza a la Biodiversidad

Lámina III: Esquema de la zonación altitudinal de la vegetación de los Andes de ValLENAR. Se representa la vegetación ribereña del Valle del río Huasco y sus tributarios y la de los pisos subandino, altoandino y subnival, todos ellos dominados por distintas especies leñosas del género *Adesmia* (realizada por Cristian Villagra 2006). Se destacan las formaciones discontinuas de vegas y bofedales, refugios importantes de la biota, y las formaciones subniveales con muy baja cobertura vegetal y crecimiento de pequeñas rosetas y cojincitos. Este último escalón altitudinal corresponde a un área amenazada directamente por el impacto de las obras mineras del proyecto Pascua Lama.

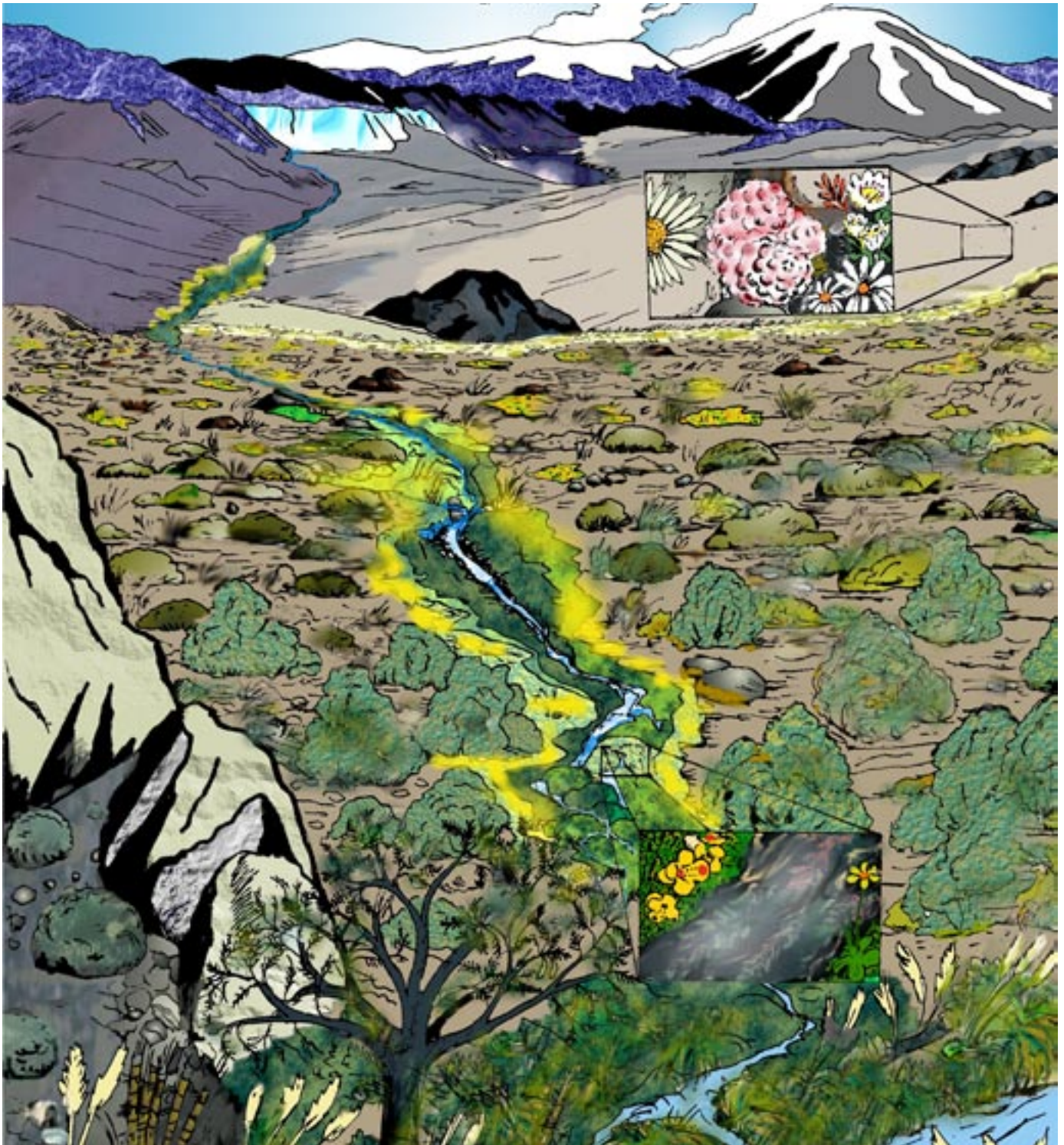


Lámina IV: Distintas especies leñosas del género *Adesmia*, dominantes en cobertura y fisonomía en el paisaje vegetal de la Cordillera de los Andes desérticos de Vallenar con 1-2: *Adesmia sentis*, arbusto dominante en el matorral subandino de las Cuencas de Laguna Grande y Chica, hasta 3700 m. 3: *Adesmia aphylla*, arbusto globoso dominante localmente en taludes pedregosos con marcada inclinación. 4: Transición entre el piso subandino y altoandino con mezcla de *Adesmia sentis* y *A. remyana*. 5: Aspecto del Piso altoandino dominado por cojines bajos de *Adesmia remyana* y pajonal de *Stipa frigida*. 6: Hábito de *Adesmia subterranea*, cojín leñoso, duro y plano, dominante en el piso altoandino llegando hasta el subnival. 7: La paja más frecuente en el piso altoandino, *Stipa frigida*.



Lámina V: Algunos ejemplos de las especies adaptadas a sustratos pedregosos sueltos de taludes con fuerte pendiente y deslizamiento de material, ambientes muy frecuentes en los Andes de Vallenar. 1. *Adesmia aphylla*. 2 - 3. Hábito y detalle de las flores de *Cruckshanksia hymenodon*. 4. *Encelia canescens*. 5. *Spergularia pissisii*. 6. *Chaetanthera limbata*. 7. *Centaurea cachinalensis*. 8. *Cristaria andicola*. 9. *Doniophyton anomalum*. 10. *Ephedra breana*. 11. *Loasa malesherbioides*. 12. *Jaborosa caulescens*. 13. *Caioophora coronata*. 14. *Pachylaena atriplicifolia*.



Lámina VI: Algunos ejemplos de la flora adaptada a las severas condiciones subniveales cercanas al límite superior de vegetación de los Andes de ValLENAR. 1. Aspecto del piso subnival caracterizado por una modesta cobertura vegetal representada por plantas diminutas. Algunos de las especies subniveales del área son: 2 - 3. *Menonvillea cuneata*: Aspecto de la planta, flores y frutos. 4. *Perezia atacamensis*. 5. *Schizopetalon rupestre*. 6. *Oxalis uspallatensis*. 7. *Calandrinia picta*. 8-9. Diminutos cojincitos de especies de *Chaetanthera*. 10. *Oreopolus macranthus*. 11. Hábito del cojín y detalle de la flor abierta y cerrada de *Chaetanthera lanata*. 12. *Chaetanthera sphaeroidalis*, la flor de la puna. 13. *Malesherbia* sp.



Lámina VII: Aspecto de vegas y bofedales de los Andes de Vallenar. Esta formación vegetal es discontinua y se desarrolla en áreas geomorfológicamente especiales, como las aledañas a cursos de agua o las topografías más suaves de la confluencia de laderas, donde aflora la napa de aguas subterráneas. Constituyen núcleos de concentración de biota en áreas áridas y semi-áridas.

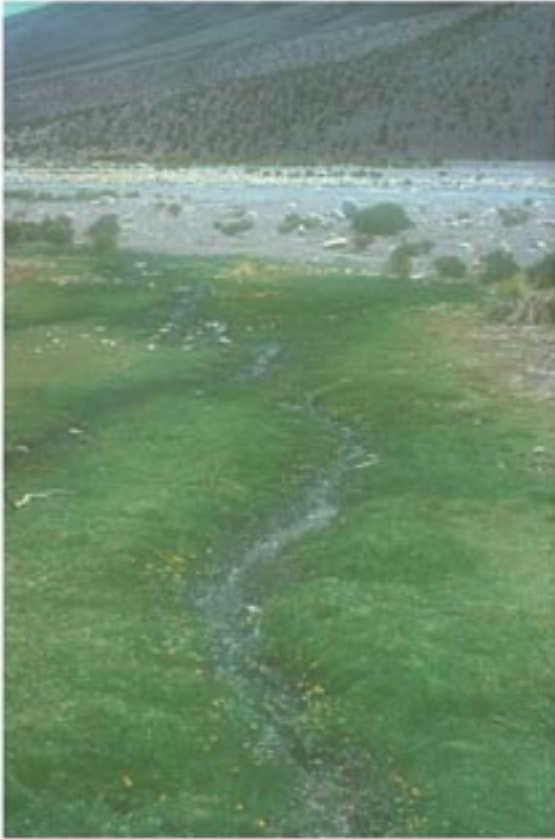


Lámina VIII: Algunos ejemplos de especies acuáticas y palustres restringidas a hábitats de vegas y bofedales de los Andes de Vallenar. 1. Cojines duros de *Oxychloe andina*, el pak'o macho, con frutos comestibles. 2. *Potamogeton strictus*, una hierba acuática flotante de hojas lineales. 3. *Mimulus glabratus*, berro. 4. *Stellaria stenopetala*. 5. *Hypsela reniforme*. 6. *Gentiana prostrata*. 7. *Erigeron leptopetalus*. 8. *Mimulus luteus*. 9. *Werneria pygmaea*. 10. *Juncus balticus*, junquillo. 11. *Scirpus atacamensis*. 12. *Myriophyllum aquaticum*. 13. *Gentianella gilliesii*.

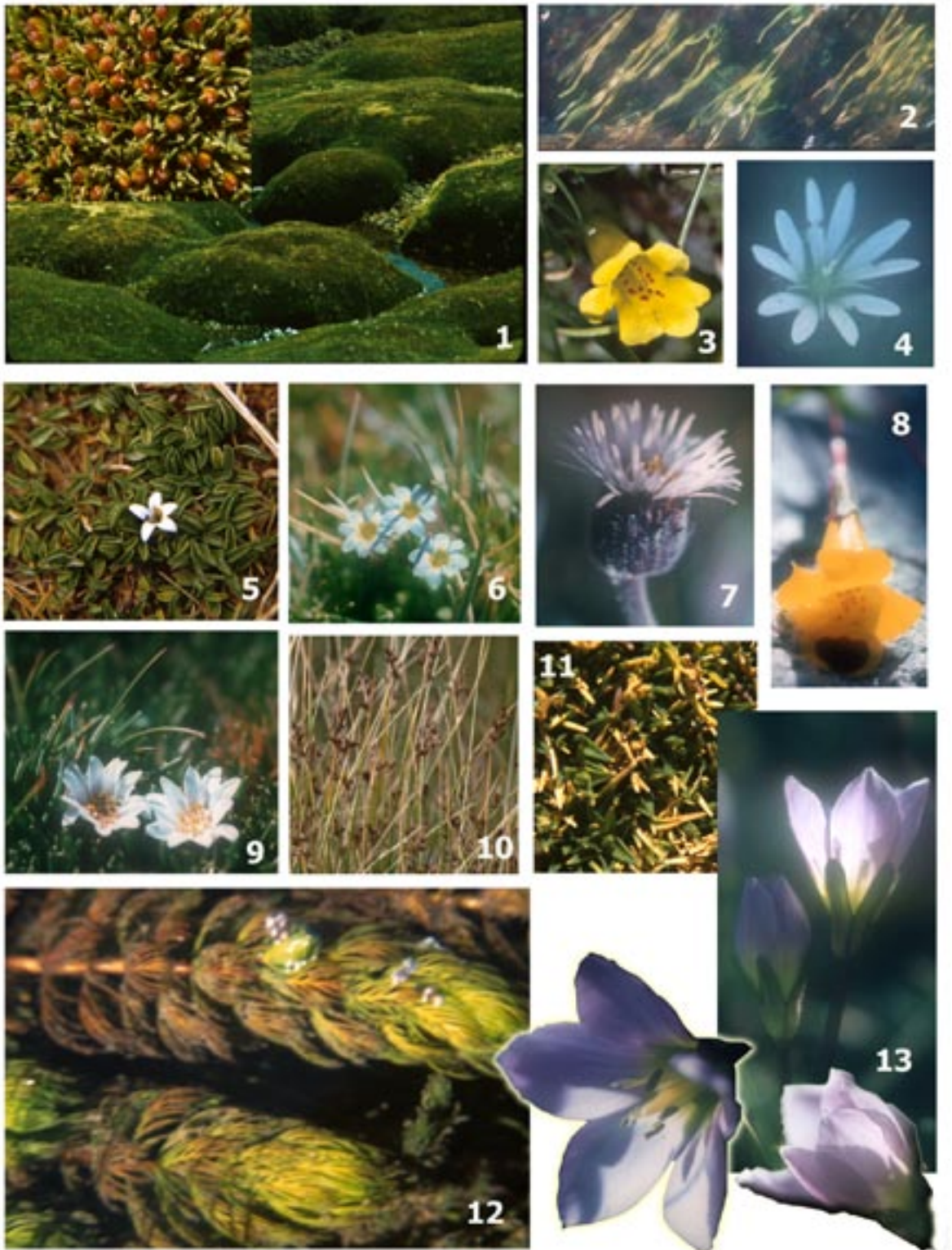


Lámina IX: Algunos ejemplos de especies ribereñas, discontinuas, asociadas a los bordes de ríos, vegas y cursos de agua. 1. *Acacia caven*, el espino. 2. *Geoffroea decorticans*, el chañar. 3. *Tessaria absinthioides*, la brea o sorona. 4-5. *Atriplex imbricata* (4) y *A. madariagae* (5), los cachiyuyos. 6. *Nastanthus caespitosus*. 7. *Oenothera affinis*. 8. *Solanum elaeagnifolium*, el tomatillo. 9. *Deyeuxia eminens*, la waylla. 10. *Equisetum giganteum*, la cola de caballo o koskosa.

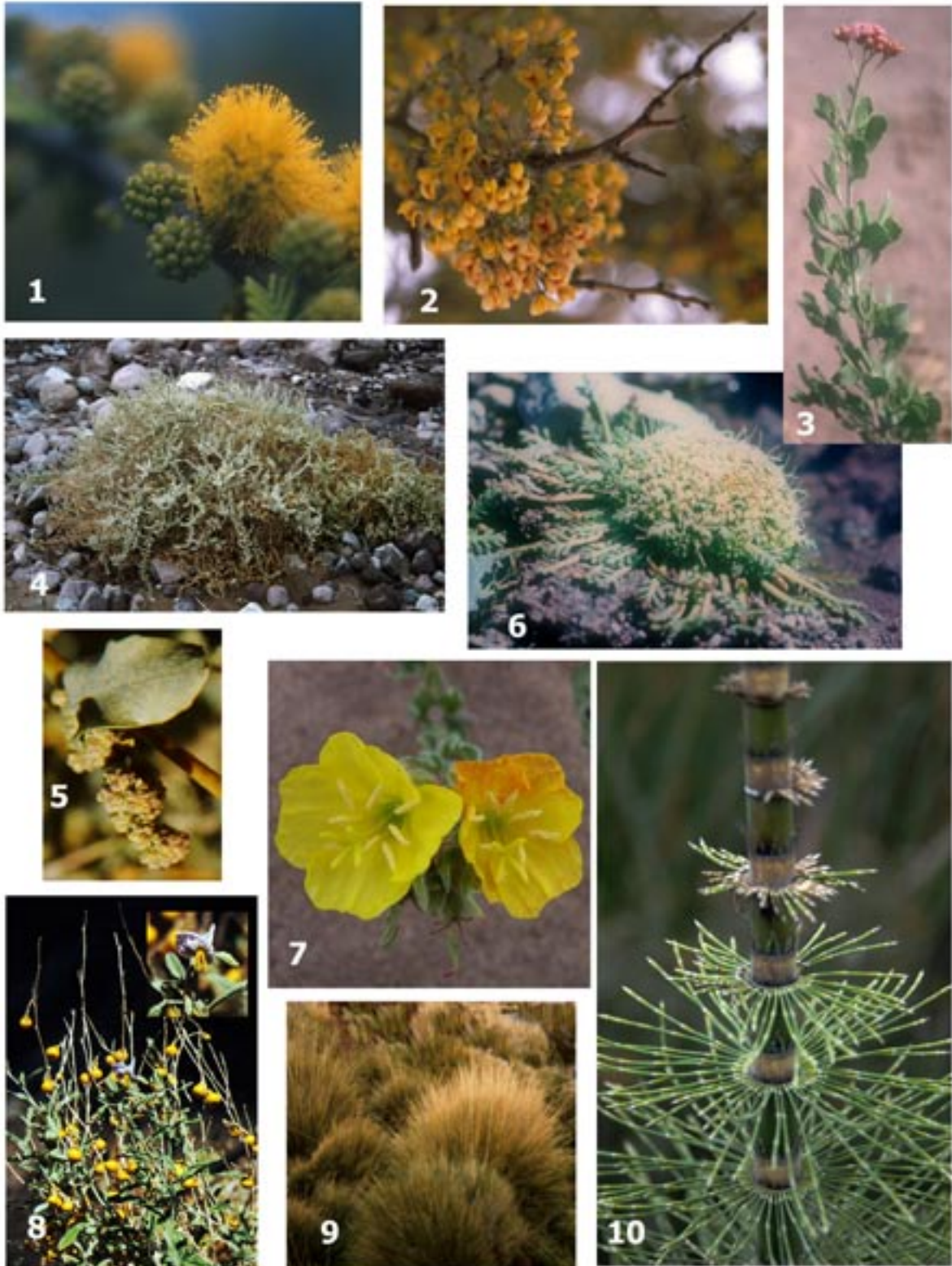


Lámina X: Ejemplos de géneros andinos endémicos de la flora de Chile y de especies en estado vulnerable de conservación representados en los Andes de Vallenar: 1. *Dinemagonum maculigerum* (Familia Malphigiáceas), arbusto perteneciente a un género endémico de Chile con escasas poblaciones. Ha sido colectado en el piso andino inferior de los Andes de Vallenar, entre 1.600 y 2.050 metros, tanto en Río Conay como en la Cuenca de la Laguna Grande. 2. *Dinemagonum gayanum*, otra especie del género representada en la III Región. 3. Otro representante de un género endémico de los Andes de Vallenar, también con escasas poblaciones, es el arbusto *Phrodus microphyllus* (Familia Solanáceas), que habita únicamente en el margen desértico del río Conay, en el área de la Junta de Valeriano, entre 1800 y 1950 metros. 4-6. Especies con problemas de conservación en la III Región de Atacama y clasificadas en la categoría de "vulnerables": *Prosopis chilensis*, el algarrobo (4). *Laretia acaulis*, la yareta del centro (5) y *Krameria cistoidea*, el pacul (6).



Lámina XI: Ejemplos de especies andinas cuyos límites de distribución en Chile se encuentran en los Andes de Vallenar: 1-2. Especies con límite norte en los Andes de Vallenar: *Laretia acaulis* (1) y *Alstroemeria andina* (2). 3-5. Especies con límite sur en los Andes de Vallenar: *Oxalis uspallatensis* (3); *Tagetes multiflora* (4); *Malesherbia rugosa* (5).



Bibliografía

- Conaf, 1989. Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. CONAF, Santiago, 157 pp.
- Baeza M., Barrera E., Flores J., Ramírez C. & R. Rodríguez, 1998. Categorías de Conservación de Pteridophyta Chilenas Bol. Mus. Hist. Chile. 47: 23-46.
- Belmonte E., Faúndez L., Flores J., Hoffmann A. & S. Teillier, 1998. Categorías de Conservación de Cactáceas Nativas de Chile. Bol. Mus. Hist. Chile. 47: 69-89.
- He S., 1998. A Checklist of the Mosses of Chile. J.Hattori bot. Lab. N° 85: 103- 189, nov. 1998.
- Kalin Arroyo, M.T., Marticorena C. & Villagrán C., 1984. La flora de la Cordillera de Los Andes en el área de Laguna Grande y Laguna Chica, III Región, Chile. Gayana 41 (1-2): 3-46.
- Kalin Arroyo M.T., Squeo F.A., Armesto J.J. & C. Villagrán, 1988. Effects of aridity on Plant in The Northern Chilean Andes: Results of a Natural Experiment. Ann. Missouri Bot. Gard. 75: 55-78.
- Marticorena C., 1990. Contribución a la estadística de la Flora Vascular de Chile. Gayana. Bot 47 (3-4): 85-113.
- Meléndez R. & V. Maldonado, 1998. Categorías de Conservación de Líquenes Nativos de Chile. Bol. Mus. Hist. Chile. 47: 123-138.
- Moreno P., Villagrán, C. , Marquet P. & L. Marshall, 1994. Quaternary Paleobiogeography of northern and central Chile. Revista Chilena de Historia Natural 67: 487-502.
- Ravenna P., Teillier S., Macaya J., Rodríguez R. & O. Zöllner, 1998. Categorías de Conservación de Plantas Bulbosas Nativas de Chile Bol. Mus. Hist. Chile. 47: 123-138.
- Squeo F.A. & M.T.K. Arroyo, 2001. Presentación Científica del Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo. Ediciones Universidad de La Serena, 372 pp.
- Veloso A., 2005. Batracios de las cuencas hidrográficas de Chile. Origen, diversidad y estado de conservación. Manuscrito
- Vicuña Mackenna B., 1970. El Clima de Chile. Ed. Fco. de Aguirre, Santiago, 399 pp.
- Villagrán C., Kalin Arroyo M.T & C, Marticorena, 1983. Efectos de la Desertización en la Distribución de la Flora Andina de Chile. Revista Chilena de Historia Natural. 56: 13

Villagrán C. & F. Hinojosa, 2005. Esquema Biogeográfico de Chile (pp. 551-577). En: Regionalización Biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines (Llorente & Morrone Eds.), Las Prensas de Ciencias, UNAM, Méjico, 577 pp.



OCEANA

Oficina para América del Sur y Antártica
Avenida General Bustamante 24, Piso 2C
Providencia, Santiago, Chile
Tel: 56.4.4270970 Fax: 56.2.4270955
www.oceana.org