

ECOLOGÍA E HISTORIA NATURAL DE LA PATAGONIA ANDINA

Un cuarto de siglo de investigación en biogeografía,
ecología y conservación

EDITORES

Estela **Raffaele** - Mónica **de Torres Curth** - Carolina L. **Morales** - Thomas **Kitzberger**



ÍNDICE

13 **INTRODUCCIÓN**

Marcelo A. Aizen

19 **CAPÍTULO 1. LA VEGETACIÓN DE LA REGIÓN ANDINO-PATAGÓNICA TIENE SU HISTORIA**

Cecilia Ezcurra, Andrea C. Premoli, Cintia P. Souto, Marcelo A. Aizen, Marina Arbetman, Paula Mathiasen, María Cristina Acosta, Paula Quiroga

21 **HUELLAS DEL PASADO**

21 **LOS SECRETOS DEL ADN**

22 **EL ADN Y LA HISTORIA DE LAS PLANTAS**

24 **UN RECORRIDO POR LA ERA CENOZOICA**

24 **EVOLUCIÓN DE LAS PLANTAS EN EL MEGACONTINENTE GONDWANA**

24 **¿PLANTAS DE LA ANTIGUA GONDWANA?**

25 **SEPARACIÓN Y ENFRIAMIENTO DE SUDAMÉRICA**

26 **MARES, GLACIARES Y VOLCANES: *Nothofagus*, UN BOSQUE PERSISTENTE**

28 **EL LEVANTAMIENTO DE LOS ANDES**

30 **LAS GLACIACIONES EN PATAGONIA**

31 **PLANTAS SENSIBLES Y TOLERANTES AL FRÍO: ¿DÓNDE SE REFUGIARON?**

33 **LA EVOLUCIÓN DE LAS PLANTAS EN SUDAMÉRICA AUSTRAL**

37 **CAPÍTULO 2. COMUNIDADES DINÁMICAS**

Thomas Kitzberger, Melisa Blackhall, Laura Cavallero, Luciana Ghermandi, Juan Gowda, Karin Heinemann, Estela Raffaele, Javier Sanguinetti, María Laura Suarez, Norlan Tercero Bucardo

38 **¿CÓMO SE INTERPRETA LA DINÁMICA DE LAS COMUNIDADES?**

39 **COMUNIDADES PERTURBADAS**

43 **LOS CLAROS, PROCESOS FUNDAMENTALES PARA EL BOSQUE**

45 **¿BOSQUES “LIMPIOS” O BOSQUES “SUCIOS”?**

45 **DISTURBIOS CLIMÁTICOS: CUANDO LOS ÁRBOLES MUEREN DE PIE**

48 **DISTURBIOS GEOLÓGICOS**

50 **EL FUEGO, UN DISTURBIO PARADOJAL**

52 **LOS ÁRBOLES COMO TESTIGOS DE FUEGOS PASADOS**

54 **LOS PAISAJES RESPONDEN AL RÉGIMEN DE DISTURBIOS**

54 **INVASIÓN DE ÁRBOLES EN EL ECOTONO**

54 **MATORRALIZACIÓN: UN CAMBIO DIFÍCIL DE REVERTIR**

57 **PALO PICHE: ESPERANDO EL DISTURBIO**

60	PLANTAS “INGENIERAS”
60	MODIFICAR RECURSOS Y GENERAR DISTURBIOS
61	SOBREVIVIR, TOLERAR O RESISTIR AL FUEGO
62	LA ESTEPA Y EL FUEGO: UN ABANICO DE ADAPTACIONES Y RESPUESTAS
63	LA VEGETACIÓN TAMBIÉN AFECTA AL FUEGO
64	LOS ANIMALES COMO ACTORES
64	GRANDES HERBÍVOROS
68	ACTORES INVISIBLES: GRANÍVOROS Y COMEDORES DE PLÁNTULAS
70	MÁS SEMILLAS, UN ESCAPE A LA DEPRDACIÓN
73	DINÁMICA DE COMUNIDADES Y CAMBIO GLOBAL
74	REGENERACIÓN DEL BOSQUE Y VARIABILIDAD CLIMÁTICA
75	FUEGO Y CLIMA

79 **CAPÍTULO 3. PLANTAS PARÁSITAS Y PLANTAS NODRIZAS EN LA PATAGONIA**

Cecilia I. Núñez, Romina Vidal-Russell, Guillermo C. Amico, Norlan Tercero-Bucardo

80	EL PARASITISMO ENTRE PLANTAS
81	LOS MÚLTIPLES ORÍGENES DEL PARASITISMO
82	ESPECIES PARÁSITAS DEL BOSQUE TEMPLADO AUSTRAL
	Hemiparásitas
	Parásitos aéreos (muérdagos)
	Parásitos de raíz
	Holoparásitas de raíz
86	LA FACILITACIÓN ENTRE PLANTAS
86	PLANTAS NODRIZAS
89	BALANCE ENTRE FACILITACIÓN Y COMPETENCIA

91 **CAPÍTULO 4. HERBÍVOROS: ACTORES CLAVE**

Juan Gowda, Lucas Garibladi, Gabriela Pirk, Melisa Blackhall, Enrique Chaneton, Manuel de Paz, Soledad Diaz, Gladys Galende, Noemí Mazía, Juan Paritsis, Estela Raffaele, María Andrea Relva y Yamila Sasal

92	HERBIVORÍA EN PATAGONIA
93	LA ACCIÓN DE LOS HERBÍVOROS
94	HERBÍVOROS: LOS RECICLADORES DE ENERGÍA
95	DISTINTOS TIPOS DE HERBÍVOROS
96	MAMÍFEROS HERBÍVOROS
98	OTROS VERTEBRADOS HERBÍVOROS
99	INSECTOS HERBÍVOROS

101	LA RESPUESTA DE LAS PLANTAS
105	VARIABILIDAD ESPACIAL Y TEMPORAL EN LA HERBIVORÍA
108	INTERACCIONES ENTRE FUEGO Y HERBÍVOROS

113 **CAPÍTULO 5. INTERACCIONES PLANTA-ANIMAL, LA POLINIZACIÓN**

Vanina R. Chalcoff, Carolina L. Morales, Marcelo A. Aizen, Yamila Sasal, Adriana E. Rovere, Malena Sabatino, Carolina Quintero y Mariana Tadey

113	POLINIZACIÓN ANIMAL: UNA RELACIÓN RECOMPENSADA
115	¿CÓMO SABER SI UNA PLANTA DEPENDE DE POLINIZADORES PARA SU REPRODUCCIÓN?
116	POLINIZADORES DEL BOSQUE
116	POLINIZADORES Y PLANTAS EN RED
119	POLINIZADORES VERTEBRADOS
122	POLINIZADORES INVERTEBRADOS
123	EXPLOTADORES DEL MUTUALISMO PLANTA-POLINIZADOR
123	LADRONES DE NÉCTAR
126	DEPREDADORES AL ACECHO DE POLINIZADORES
127	PERTURBACIONES Y CONSERVACIÓN
128	CUANDO LAS EXÓTICAS INVADEN
129	CUANDO LOS POLINIZADORES INVADEN
130	FUEGO, GANADO Y POLINIZACIÓN
132	MÁS ALLÁ DE LA POLINIZACIÓN

133 **CAPÍTULO 6. INTERACCIONES COMPLEJAS**

Laura Cavallero, Valeria Ojeda, Enrique Chaneton, Alejandro Farji-Brener, Laura Chazarreta, Vanina Chalcoff, Thomas Kitzberger, Natalia Lescano, Lucas Garibaldi, Noemí Mazia, Fernando Caccia, Carla Pozzi, Ana Trejo y Soledad Díaz

134	ESPECIES Y RECURSOS CLAVE
135	EL PICAFLOR RUBÍ, UN POLINIZADOR CLAVE
137	LAS AVES COMO CONTROLADORES NATURALES
139	LA VIDA EN LOS HUECOS DE LOS ÁRBOLES
142	LOS INGENIEROS DEL ECOSISTEMA
146	INTERACCIONES TRÓFICAS
149	COMPETENCIA APARENTE
152	MUTUALISMO APARENTE
153	CASCADAS TRÓFICAS
154	REDES DE INTERACCIONES
156	CONSIDERACIONES FINALES

157	CAPÍTULO 7. IMPACTOS HUMANOS EN LA PATAGONIA
	M. Andrea Relva, María A. Damascos, Patricio Macchi, Paula Mathiasen, Andrea C. Premoli, M. Paula Quiroga, Natalia I. Radovani, Estela Raffaele, Paula Sackmann, Karina Speziale, Maya Svriz, Pablo H. Vigliano
158	INVASIONES BIOLÓGICAS
159	PLANTAS INTRODUCIDAS E INVASORAS
160	RIQUEZA DE ESPECIES DE PLANTAS EXÓTICAS
161	¿CÓMO SON LAS ESPECIES DE PLANTAS EXÓTICAS?
161	ESPECIES DE PLANTAS EXÓTICAS EN MATORRALES
164	PLANTACIONES DE CONÍFERAS EXÓTICAS
169	ANIMALES INTRODUCIDOS EN PATAGONIA
169	INSECTOS EXÓTICOS
	La chaqueta amarilla
	El abejorro <i>Bombus ruderatus</i>
	La avispa de papel
171	MAMÍFEROS INTRODUCIDOS Y SUS IMPACTOS
	Ganado vacuno
	Ciervos exóticos
174	SALMÓNIDOS INTRODUCIDOS Y SUS IMPACTOS
176	UN HÁBITAT FRAGMENTADO
176	RESPUESTAS A LA FRAGMENTACIÓN
178	RUTAS Y CAMINOS: IMPACTOS SOBRE LAS ESPECIES NATIVAS Y EXÓTICAS
180	HERBÍVOROS AMENAZADOS POR LA CAZA
182	CONCLUSIONES
183	CAPÍTULO 8. CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN
	Adriana E. Rovere, Melisa Blackhall, Laura Cavallero, María Damascos, Dora Grigera, Ana C.A. Masini, Maya Svriz y Norlan Tercero-Bucardo
187	¿USO SUSTENTABLE Y CONSERVACIÓN <i>IN SITU</i> ?
188	RESPUESTAS PARA LA DEGRADACIÓN
192	RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN PATAGONIA
201	CONSERVACIÓN Y EDUCACIÓN
202	DESAFÍOS A FUTURO
205	CAPÍTULO 9. EL PAISAJE PATAGÓNICO Y SU GENTE
	Ana H. Ladio y Soledad Molares
208	BREVE HISTORIA DE HABITANTES Y RECURSOS
209	DESPUÉS DE LA CONQUISTA

214	¿QUÉ SABEMOS DE LO QUE LA GENTE SABE DE NUESTROS RECURSOS?
215	COMER Y SANARSE CON PLANTAS
220	CONEXIÓN CON LA NATURALEZA: NUEVAS ESTRATEGIAS
222	EL CAMINO DE LA CONSERVACIÓN BIOCULTURAL

227	CAPÍTULO 10. ESTRATEGIAS REPRODUCTIVAS EN PLANTAS Y ANTIESTRATEGIAS ALIMENTARIAS EN <i>HOMO SAPIENS</i>
-----	--

Eddy Rapoport

227	ESTRATEGIAS REPRODUCTIVAS
230	¿ANTIESTRATEGIAS?
232	¿MALEZAS SUREÑAS?
233	LAS PRIMERAS EXPERIENCIAS PATAGÓNICAS
235	OFERTA ALIMENTARIA EN LAS CALLES DE BARILOCHE
237	¿CUÁNTAS ESPECIES DE PLANTAS COMEMOS Y CUÁNTAS EXISTEN?
239	REFERENCIAS
241	GLOSARIO
243	LISTA BIBLIOGRÁFICA DE RESPALDO
252	AUTORES Y FILIACIONES

CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN

Adriana E. **Rovere**, Melisa **Blackhall**, Laura **Cavallero**, María A. **Damascos**, Dora **Grigera**, Ana C.A. **Masini**, Maya **Svriz** y Norlan **Tercero-Bucardo**

El conocimiento sobre la ecología de Patagonia norte, fruto de las investigaciones desarrolladas, es esencial para conservar los ecosistemas nativos y lograr un desarrollo sustentable. La transformación de los sistemas naturales hoy se manifiesta en pérdida de diversidad, degradación y fragmentación del hábitat, sobreexplotación de especies e introducción de especies exóticas. Frente a este panorama, urge tomar medidas de conservación y de protección de la biodiversidad en todos sus niveles.

Proteger la diversidad biológica (*biodiversidad*) es un tema central en conservación que aspira a cuidar todas las formas de vida, en todos los niveles de organización y papeles ecológicos que desempeñen. Al hablar de diversidad biológica se consideran tres niveles: *diversidad de especies*, *genética* y *de ecosistemas*. La *diversidad de especies* incluye a las diferentes especies que habitan el planeta Tierra; la *diversidad genética* incluye la variación genética dentro de la especie, tanto en poblaciones geográficamente separadas como en los individuos de una misma población; y la *diversidad de ecosistemas* incluye

la variación de las comunidades biológicas y el ambiente en que viven las especies.

Debido a las transformaciones de los sistemas naturales, las comunidades biológicas que llevan años desarrollándose están siendo devastadas por el hombre en todo el planeta. Las principales consecuencias que resultan de la actividad humana son la pérdida de diversidad, la degradación y fragmentación del hábitat, la sobreexplotación de especies y la introducción de especies **exóticas**. La pérdida de biodiversidad ocasiona cambios en la estabilidad de los ecosistemas y, en casos extremos, la disfunción de los mismos. La

extinción de las especies vegetales y animales es uno de los síntomas más preocupantes del deterioro ambiental en el mundo, ya que constituye un proceso irreversible. A su vez, estas extinciones alteran la trama que une a los seres vivos entre sí y modifican inevitablemente las cadenas alimenticias. La introducción accidental o voluntaria de plantas y animales exóticos modifica el entorno natural y causa el retroceso de numerosas especies autóctonas, debido a que las especies introducidas se asilvestran y muchas veces, al no tener los controles naturales de sus lugares de origen, terminan modificando no sólo la estructura de las comunidades naturales sino su funcionamiento (Recuadro 1, Capítulo 8).

A modo de ejemplificar las transformaciones de los ambientes naturales podemos preguntarnos ¿Qué factores amenazan la conservación de las aves de los bosques patagónicos? Hasta el momento sabemos que, los principales factores que actúan en este sentido son la pérdida de hábitat, la introducción de especies y la extracción de ejemplares. Una de las causas de pérdida de hábitat en la Patagonia es la deforestación que afecta especies que tienen un alto valor de conservación, ya sea por ser **endémicas** o por estar sometidas a diversas amenazas. La remoción de árboles muertos o enfermos es una práctica perjudicial para las especies que anidan o se refugian en las oquedades de los troncos, o que obtienen de ellos su alimento, como el carpintero gigante (*Campephilus magellanicus*) y el picolezna (*Pygarrhichas albogularis*), ambas especies clasificadas como **Vulnerables** (categoría de la legislación argentina que agrupa a las especies que no están claramente en peligro, ni amenazadas, pero corren el riesgo de estarlo). Así se ha demostrado, por ejemplo, que el picolezna fue el ave más afectada por un incendio en un sector de bosque. Por su parte, las represas emplazadas cerca de los tramos superiores de los ríos de montaña pueden tener efectos muy negativos sobre el pato del torrente (*Merganetta armatta*), especie que habita y se

alimenta exclusivamente en esos ambientes y se considera **Amenazada** (categoría de la legislación argentina que agrupa a las especies que son susceptibles de pasar a la categoría Peligro de extinción).

Con relación a las especies introducidas, se sabe que perjudican indirectamente a las aves nativas por medio de la destrucción del hábitat, o de manera directa mediante la depredación y la transmisión de enfermedades. Dentro de estas especies, las que más alteran la fisonomía y la composición específica de los bosques son el ciervo colorado (*Cervus elaphus*), el jabalí (*Sus scrofa*) y el ganado. Es posible que los jabalíes consuman huevos y pichones de las aves que anidan en el suelo, en tanto que estudios realizados en los parques nacionales Nahuel Huapi y Lanín, indican que el principal depredador de la avifauna acuática es el visón (*Mustela vison*), un carnívoro originario de Norteamérica escapado de criaderos en la década del '60. Entre las aves más afectadas por el visón se encuentran el cauquén real (*Chloephaga poliocephala*) y el pato de anteojos (*Specularanas specularis*), dos especies consideradas Amenazadas. A mediados del siglo XX la paloma araucana (*Patagioenas araucana*), categorizada actualmente como Vulnerable, sufrió una gran mortalidad por haberse contagiado una enfermedad de las aves domésticas. Actualmente se ha recuperado numéricamente, probablemente a partir de individuos de poblaciones procedentes de Chile. Este hecho evidencia la importancia de que exista conectividad entre las poblaciones de una especie.

En cuanto a las actividades extractivas, la que más afecta a las aves de los bosques patagónicos es la caza deportiva. Esta actividad ha conducido a una grave reducción de las poblaciones del cauquén real y del cauquén colorado (*Chloephaga rubidiceps*), especie que se encuentra incluida en la categoría **Peligro de extinción** (categoría de la legislación argentina que agrupa a las especies que están en peligro inmediato de extinción). A las aves rapaces, algunas categorizadas como Ame-

Recuadro 1. Carnívoros y carroñeros renovaron la dieta

Sergio A. Lambertucci, Susan Walker y Andrés Novaro

Hasta hace algo más de un siglo los grandes herbívoros dominantes del noroeste de la Patagonia eran los guanacos (*Lama guanicoe*), los choiques (*Rhea pennata*) y en algunas zonas los huemules (*Hippocamelus bisulcus*). Estas especies eran la principal fuente de alimento de los grandes carnívoros y carroñeros patagónicos como los pumas (*Puma concolor*) y los cóndores (*Vultur gryphus*), respectivamente. Sin embargo, en el último siglo y medio se introdujeron en la zona varias especies exóticas que se han vuelto dominantes. En primera instancia, los colonos trajeron grandes cantidades de ganado doméstico, vacas, caballos y ovejas, desde Europa. Luego se introdujeron, en muchos casos para su caza, especies silvestres como el ciervo colorado, la liebre europea (*Lepus europaeus*), el jabalí. Estas nuevas especies han cambiado el paisaje patagónico, han provocado la disminución de los herbívoros autóctonos y han traído aparejado fuertes cambios en las relaciones entre los depredadores, sus presas y los carroñeros.

En los últimos años se han realizado estudios sobre la dieta de algunos de los principales carnívoros y carroñeros del noroeste de la Patagonia. En estos trabajos se encontró que la dieta de los grandes depredadores como el puma o el zorro colorado (*Pseudalopex culpaeus*), y de un carroñero como el cóndor andino actualmente está basada casi en su totalidad en especies exóticas. En la provincia de Neuquén se encontró que el 94 % del alimento disponible para los mamíferos carnívoros son especies exóticas y sólo un 6 %, como los guanacos y los choiques, son nativas. En otro estudio se encontró que más del 98 % del alimento consumido por los cóndores que habitan Neuquén y Río Negro son especies exóticas, en particular ovejas, el ciervo colorado y la liebre.

Esto ha llevado a pensar que los grandes herbívoros del noroeste de la Patagonia se están extinguiendo “ecológicamente” en sus roles como presas en algunas zonas. La *extinción ecológica* de una especie se produce cuando ésta ya no interactúa con otras, generalmente debido a la reducción de su abundancia. En el caso de las interacciones tróficas, esto quiere decir que los individuos de esa especie ya no son una fuente de alimento para las especies que se alimentaban de ellos.



Jote de cabeza colorada (*Cathartes aura*) alimentándose de carroña de oveja. Foto: S. A. Lambertucci.

nazadas, caso del aguilucho andino (*Buteo albigula*) y de cola rojiza (*B. ventralis*), se las mata con armas de fuego o cebos tóxicos por ser consideradas perjudiciales para el ganado; también mueren al caer accidentalmente en trampas colocadas para atrapar zorros u otros carnívoros. Los búhos y las lechuzas son perseguidos por temor o superstición y

sufren la destrucción de sus sitios de reproducción o de refugio. Paradójicamente estas aves, entre ellas la lechuza bataraz (*Strix rupestris*), categorizada como Vulnerable, son de gran importancia sanitaria por ser depredadoras del ratón colilargo (*Oligoryzomys longicaudatus*), reservorio del hantavirus.

Entre otros factores de amenaza puede

mencionarse al turismo, que altera el sotobosque y las riberas de los cuerpos de agua y perturba las actividades de reproducción, conduciendo a la ruptura de huevos y a la mortalidad de las crías. El turismo de aventura estimula el acceso humano a sitios tradicionalmente nada o poco frecuentados, como por ejemplo ríos y arroyos de montaña de aguas rápidas y claras, que suelen ser hábitat de especies de máxima prioridad de conservación, como el pato del torrente.

El desconocimiento de la tendencia de los tamaños poblacionales de gran parte de la avifauna patagónica, constituye en sí mismo una amenaza para su conservación, ya que impide saber con certeza si las poblaciones están en declinación, y de ser así, cuál es la causa. En general son varios los factores que

ponen en peligro la conservación de una especie y aunque la incidencia de cada uno de ellos sea diferente, el impacto es producto de la sinergia de los efectos negativos. Por consiguiente, para propender a la conservación de la avifauna de la Patagonia, es necesario realizar más investigaciones básicas y aplicadas y a su vez tomar medidas precautorias.

Entre los argumentos que se han propuesto para comprender la importancia de la biodiversidad se pueden mencionar razones *éticas* y de la integridad natural que establecen que todas las especies tienen el mismo derecho a existir así como razones *estéticas* que valoran el hecho de disfrutar del paisaje o de una especie por su belleza (Figura 1). Hay también razones *culturales*

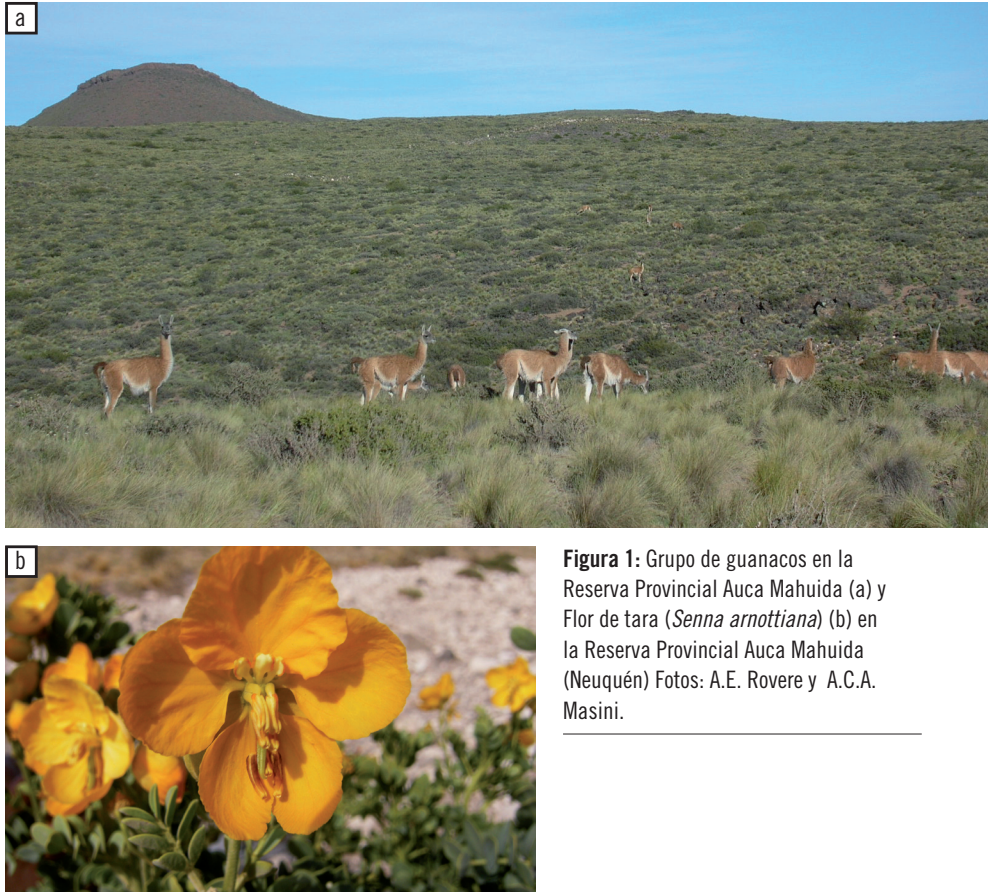


Figura 1: Grupo de guanacos en la Reserva Provincial Auca Mahuida (a) y Flor de tara (*Senna arnottiana*) (b) en la Reserva Provincial Auca Mahuida (Neuquén) Fotos: A.E. Rovere y A.C.A. Masini.

y *espirituales* que respetan la estrecha relación que tienen las comunidades locales con su ambiente, cuyos componentes están cargados de significado e integrados en sus vidas (Capítulo 9); razones *funcionales* que indican que la presencia de alta diversidad de especies y genética favorece la estabilidad de los ecosistemas frente a cambios naturales o antrópicos y razones *científicas, económicas y utilitarias* que entienden que el conocimiento de la biodiversidad y el uso racional de los ambientes naturales proporciona servicios ambientales, recursos para la humanidad y asegura la continuidad de sus actividades productivas.

¿USO SUSTENTABLE Y CONSERVACIÓN *IN SITU*?

El término *desarrollo ambientalmente sustentable, sostenible o perdurable* se define como la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de que las generaciones futuras satisfagan sus propias necesidades. Por lo tanto, se entiende por *uso sustentable* a un desarrollo económico y social respetuoso con el medio ambiente, y que considere su conservación. Esta última se puede diferenciar en la conservación de los ecosistemas y los hábitats naturales (*in situ*), de la conservación de los componentes de la diversidad biológica fuera de sus hábitats naturales (*ex situ*).

En la actualidad se postula que las **ecorregiones** presentan la escala geográfica adecuada para la implementación de políticas regionales de desarrollo sustentable y conservación de los recursos naturales. Ello se debe a que los principales procesos ecológicos que mantienen la biodiversidad y los servicios que los ecosistemas naturales proporcionan al hombre (por ejemplo, disponibilidad y calidad de agua dulce) son evidentes a escala regional.

En la Patagonia continental están presentes cuatro de las 15 ecorregiones de Argentina: *Espinal*, *Monte de llanuras y mesetas*, *Estepa patagónica* y *Bosques andino-patagónicos*. El estado de protección de cada una es desigual: por ejemplo, la ecorregión de los *Bosques andino-patagónicos* posee un 34 % de su área bajo algún estatus de protección, la *Estepa patagónica* un 4 %, el *Monte de llanuras y mesetas* un 2 % y el *Espinal* solo un 0,03 %.

En algunos casos, las áreas protegidas no son autosuficientes a largo plazo, ni asegurarán la viabilidad ecológica para los ecosistemas que ellas mismas protegen. A su vez, es importante mencionar que el entorno o matriz que rodea las áreas protegidas, está compuesto generalmente por áreas de intenso uso antrópico donde se realizan deforestaciones, agricultura, y/o plantaciones forestales, como por ejemplo las plantaciones de especies exóticas ubicadas próximas al Challhuaco que se encuentra a pocos kilómetros de la ciudad de S.C de Bariloche (Figura 2), o los bosques de pehuén (*Araucaria araucana*) que



Figura 2:
Plantaciones de pinos ubicadas en las proximidades del Challhuaco, en el límite del P. N. Nahuel Huapi. Foto: A. E. Rovere.

han sido forestados con pino en el noroeste de Neuquén. Es de destacar que específicamente el área del Valle del Challhuaco, constituye parte de una reserva nacional, por lo cual es una zona de amortiguación de impactos entre el parque nacional, que prohíbe el aprovechamiento de recursos de cualquier tipo, y las áreas no incluidas en un régimen específico de conservación.

Con frecuencia, diferentes actividades se realizan sin una adecuada planificación con consecuencias negativas para la conservación, ya sea porque se avanza hasta los límites mismos de las áreas protegidas o porque se deja a las áreas protegidas inmersas en una matriz de intenso uso antrópico, perdiendo con el tiempo parte importante de la biodiversidad que albergan y protegen.

Para superar esa pérdida en las áreas protegidas, en la actualidad se maneja una estrategia que se basa en la *amortiguación* y la *conectividad*. La *amortiguación* consiste en el ensamble espacial de áreas protegidas de distinta categoría de conservación. Así, las áreas protegidas con un régimen alto de protección se hallan rodeadas de un entorno de áreas con menor grado de protección que cumplen la función de amortiguación. A su vez, la *conectividad* procura vincular áreas protegidas separadas y establecer *corredores ecológicos* que cumplen la función de dar continuidad a un determinado tipo de hábitat. Este concepto, reconocido a nivel mundial, es relativamente flexible ya que permite establecer en su interior distintas categorías de manejo aplicado a la protección de la naturaleza, por ejemplo parques nacionales, provinciales, municipales o reservas así como áreas donde se desarrollan actividades productivas.

En Patagonia se encuentra el Corredor Andino Norpatagónico que es una iniciativa para el manejo de los bosques templados valdivianos de Argentina y Chile, área identificada a nivel mundial por su alta biodiversidad. Actualmente, este corredor forma parte de la Reserva de la Biosfera Andino Norpatagónica. Esta Reserva de la Bios-

fera comprende tres unidades territoriales de actuación: las áreas naturales protegidas en la ecorregión valdiviana; las ciudades, villas y parajes vinculados a la reserva, y el área natural productiva. Su misión es mantener y sostener a largo plazo la integridad y funcionalidad de los ambientes de la ecorregión Valdiviana a escala de paisaje, consolidar un uso sustentable de los recursos dentro y fuera de las áreas protegidas con equidad, activa participación social, respeto por la diversidad cultural y lograr el fortalecimiento institucional de los organismos que administran el territorio.

RESPUESTAS PARA LA DEGRADACIÓN

La región de los bosques andino-patagónicos enfrenta graves problemas ocasionados por actividades antrópicas como ser la pérdida y fragmentación de áreas boscosas y de otros ecosistemas naturales o la contaminación, que conducen a una disminución de la diversidad biológica. A fin de dar respuesta a esta pérdida, la *biología de la conservación* enfatiza, entre otras líneas, enfoques aplicados que buscan prevenir la degradación del hábitat y la extinción de especies así como restaurar ecosistemas y restablecer relaciones sustentables entre el hombre y los ecosistemas. De este modo, la **restauración ecológica** toma como base para su desarrollo el conocimiento ecológico previo.

Los trabajos de investigación en relación a la conservación y pérdida de la diversidad biológica, nos presentan dos desafíos: el de investigar los efectos de las actividades humanas sobre los demás seres vivos, las comunidades biológicas y los ecosistemas; y el de desarrollar acciones aplicadas a fin de prevenir la degradación y/o recuperar los ecosistemas. En este contexto, la restauración ecológica como proceso que permite la recuperación de un ambiente que ha sido dañado, degradado o destruido a fin de re-

convertirlo en ecosistemas con características similares a las presentes antes de que ocurriera el **disturbio** es un reto dentro de la biología de la conservación.

Desde una perspectiva ecológica, la restauración es una actividad intencional que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema con respecto a la composición de especies, estructura de la comunidad, funciones ecológicas, sustentabilidad del ambiente físico que soporta la biota, y conectividad con el paisaje en el que está inmerso. La recuperación de un ambiente alterado requiere de una serie sucesiva de cambios naturales en la composición y dominancia temporal de las especies, cuyo período de tiempo será variable en función de las características del disturbio que lo ocasionó, así como de la disponibilidad de plantas o semillas y de las condiciones ambientales presentes en el sitio. Este cambio secuencial de especies, es conocido como *sucesión ecológica* y, en algún sentido, la restauración ecológica simula ese proceso.

Para poder restaurar un ecosistema es necesario conocer sus características previas e identificar los mecanismos a través de los cuales podemos favorecer su recuperación. En algunas ocasiones quedan áreas remanentes, próximas al área degradada, que pueden ser utilizadas como sitio de referencia para analizar la composición de especies, estructura y funcionamiento del ecosistema que se intenta recrear. Lamentablemente, esto no ocurre en la mayoría de los casos de modo que la opción es utilizar descripciones ecológicas, mapas o listas de especies del sitio antes del disturbio o de otras áreas ambientalmente similares, fotografías aéreas o terrestres de distintas épocas, versiones históricas escritas u orales de personas que conocían el sitio o evidencias paleo-ecológicas como registro de polen o anillos de crecimiento de los árboles.

Un caso interesante es el del Valle de Carrifran, ubicado en las tierras altas de Escocia, donde se está desarrollando desde el año 2000 un proyecto que permita revertir

los efectos del uso de ganado ovino durante miles de años. El objetivo es recrear las condiciones existentes antes de que la agricultura y ganadería impactaran severamente esos ambientes. Como no existían áreas de referencia, se realizó un estudio del registro de polen a partir de muestras de suelo tomadas a diferentes profundidades que permitieron conocer la identidad de las especies de plantas y la proporción en las que estaban presentes. Luego, se desarrollaron plantines a partir de las semillas de las especies seleccionadas, coleccionadas en las poblaciones más cercanas al lugar, y todos los años se realizan plantaciones a campo para el establecimiento de los juveniles. En la actualidad el proyecto lleva más de 300 hectáreas restauradas en las cuales es posible observar también la presencia de fauna silvestre.

Con frecuencia se percibe a la restauración ecológica como un trabajo meramente técnico, a través del cual se recompone la cubierta vegetal en un ambiente determinado, que pareciera no estar asociado con un trabajo de investigación científica. Sin embargo, la práctica de la restauración ecológica, posee un sólido respaldo de teorías ecológicas y se basa en un conocimiento específico del ecosistema, de las especies que lo componen, así como de sus estadios sucesionales o comunidades secundarias. A su vez, su práctica brinda excelentes oportunidades para la investigación ya que permite poner a prueba distintas hipótesis y genera una constante retroalimentación positiva entre la teoría y la práctica.

Un ejemplo de la integración práctica-investigación en nuestra región es un trabajo de restauración que se realizó en un bosque quemado y talado de ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) en la ladera sur del cerro Otto en Bariloche, donde la cobertura de especies nativas de arbustos era alta y la densidad de renovales de ciprés era muy baja, menor a 1 planta por hectárea. A partir de investigaciones previas se sabe que el ciprés se establece más fácilmente bajo otras

especies que funcionan como *nodrizas* (Capítulo 3) de modo que se realizó un enriquecimiento con cipreses de tres años de edad, obtenidos en el vivero a partir de semillas de procedencia local, en dos condiciones diferentes: bajo arbustos y fuera de arbustos. Los resultados mostraron que la sobrevivencia a campo luego del primer año fue alta y que fue mayor bajo los arbustos, que fuera de éstos, confirmando de esta forma el efecto facilitador brindado por las nodrizas.

Algunos ecosistemas degradados poseen la capacidad de recuperarse naturalmente, lo que se denomina *restauración pasiva*, y puede ocurrir si el agente de disturbio es removido, si quedan plantas remanentes en el sitio o en la región que puedan funcionar como fuentes de semillas, si las semillas son capaces de dispersarse a través del paisaje y de recolonizar las áreas degradadas y si el suelo permanece razonablemente intacto. Por el contrario, en aquellos sistemas que no tienen esta capacidad es necesaria la *restauración activa*, promovida por el hombre.

La dispersión de frutos o semillas es un proceso importante para la distribución de las plantas en el espacio porque permite la colonización de nuevos sitios. Ese transporte delimita el área donde las plantas tienen probabilidad de germinar y crecer, y puede realizarse por distintos mecanismos: por viento o *anemocoria*, por explosión de los frutos que impulsan las semillas lejos de la planta o *balocoria*, a través del agua o *hidrocoria* y por animales o *zoocoria*. En este último caso la dispersión por animales se denomina *ectozoocoria* si las semillas o frutos se adhieren a la piel, pelos o plumas de estos, y *endozoocoria* cuando los frutos son ingeridos por los animales y los dispersan al defecar o regurgitar.

El modo de dispersión más frecuente en los bosques y matorrales es por animales, seguido de la dispersión por viento. En los árboles de los bosques templados como la lenga (*Nothofagus pumilio*), el ciprés de la cordillera o el coihue (*Nothofagus dombeyi*) la dispersión es por viento. Este mecanismo le

permite a algunas especies llegar hasta áreas abiertas como bordes de rutas o a lugares quemados o talados, evitando de este modo la competencia con otras especies. Los factores que influyen en la dispersión por viento y que determinan la distribución espacial de las semillas dependen de las características de las especies, por ejemplo el tipo de frutos o semillas, y de la altura de la planta. A su vez, también dependen de algunas variables físicas del ambiente donde crecen los bosques, por ejemplo la velocidad y dirección del viento, algunas características del terreno como la pendiente o la estructura de la vegetación del sitio.

Una vez dispersadas, las semillas quedan distribuidas en el suelo de forma heterogénea, concentrándose la mayor parte en la cercanía de la planta madre, efecto denominado *sombra de semillas*. Así, en el piso del bosque podemos encontrar múltiples sombras de semillas pertenecientes a distintas plantas. En la mayoría de las plantas, la sombra de semillas ocurre en un plano, es decir en dos dimensiones, con excepción de las plantas que germinan y crecen sobre otras plantas, en este caso se incorpora una tercera dimensión vertical compuesta por las alturas de las ramas de las otras plantas.

Puede existir un segundo paso en la dispersión, la *dispersión secundaria*, que consiste en el transporte de las semillas desde el suelo hacia lugares más distantes. En este caso las semillas son desplazadas por la acción del agua, el viento, hormigas u otros animales como los ratones. Estudios realizados con dos especies nativas del bosque patagónico dispersadas por el viento, el notro (*Embothrium coccineum*), que es un árbol, y el farolito chino o misodendrum (*Misodendrum punctulatum*), que es una planta parásita, muestran un patrón de dispersión similar determinado por la dirección del viento. El notro posee semillas con un ala, mientras que los frutos del farolito chino son pequeños, miden aproximadamente dos milímetros y están provistos de pelos que les facilitan volar y engancharse sobre las ra-



Figura 3: Fruto leñoso del notro maduro (a); Semillas con alas de notro (b). Fotos: A. E. Rovere.

mas de las plantas que parasitan (Capítulo 3). En el caso del notro, aproximadamente el 95 % de las semillas se dispersan dentro de un radio de cinco metros alrededor del árbol madre. Se ha observado un patrón de distribución asimétrico con una máxima distancia de dispersión de 20 metros hacia el este, y la mínima distancia de dispersión hacia el oeste por los vientos predominantes en la región. En el farolito chino un 80 % de semillas se depositan en un radio de dos metros desde la planta madre y llegan hasta unos 10 metros hacia el lado este. El viento predominante del sector oeste en la región, es un agente de dispersión importante que

distribuye las semillas de las especies anemócoras, en un sentido preferencial.

También podemos preguntarnos si se pueden cuantificar los daños de un incendio forestal. Si bien es imposible hacerlo en forma totalmente certera, se pueden hacer algunas inferencias. Por ejemplo, si en un incendio se consumen gran parte de los árboles de un sitio se supone que también se producen cambios profundos en el suelo. Debido a estos cambios, para que se pueda iniciar la recuperación del bosque a través de la germinación y el establecimiento de nuevas plantas, debería transcurrir un tiempo considerablemente largo hasta que



Figura 4: Bosque de lenga quemado y talado con rebrote de varias especies de arbustos nativos, ladera sur del Cerro Otto, Bariloche. Foto: A. E. Rovere.

se recuperen las condiciones normales del suelo y lleguen nuevas semillas (Figura 4).

Entonces, ¿cuánto tiempo tiene que pasar para que un bosque quemado comience a recuperarse de forma natural? En un trabajo que analizó el establecimiento de plántulas después de incendios en bosques del Parque Nacional Nahuel Huapi, se encontraron resultados sorprendentes. Se observó que uno o dos años después del incendio en muchos sitios ya se habían instalado de forma natural nuevos plantines de lenga y coihue y después de seis años, en ocho de cada diez incendios ya había ocurrido el establecimiento natural de los árboles que se reproducen por semillas.

Otros experimentos realizados con estas mismas especies han demostrado que para la supervivencia de los plantines es fundamental la humedad del suelo. Podríamos decir entonces que en un sitio afectado por un incendio es posible iniciar una recuperación exitosa con plantines, si los plantamos durante un año en el que la primavera y el verano sean lluviosos, o si los regamos al menos en los primeros años después de haber hecho la plantación. Otro aspecto a destacar es que la mayor parte de la recuperación natural del bosque ocurre en las laderas orientadas hacia el sur y el este, es decir, las más húmedas por recibir menor radiación solar. En la recuperación del bosque también es importante la edad mínima de los plantines, se ha observado que aquellos que previamente han sido aclimatados en invernadero por un período de dos años, sobreviven más que los plantines de menor edad.

Si se quiere recuperar un área quemada es necesario tomar en cuenta las observaciones antes mencionadas, por ejemplo, si no se dispone de riego convendría dedicar más esfuerzo a recuperar primero las laderas más húmedas. Si se quiere recuperar un sitio quemado que está orientado hacia el norte o el oeste se debería aplicar riego, plantar durante primaveras y veranos lluviosos, o usar alguna forma de protección de los plantines con el fin de reducir la evapotranspiración.

También se sabe que las vacas y los caballos se alimentan de los plantines, por lo que retirar el ganado de las áreas quemadas ayudará a la recuperación del bosque. También puede colaborar con el proceso el dejar los troncos muertos en los sitios incendiados, ya que ellos producen sombra y cuando se descomponen absorben agua manteniendo la humedad tan necesaria para los plantines (Capítulo 2).

Pero, ¿por qué algunas especies se recuperan rápidamente después de los incendios? Muchas especies de plantas, además de reproducirse por semillas, también se reproducen a través de rebrotes. Ese es el caso de la caña colihue (*Chusquea culeou*) y de la mayoría de los arbustos que crecen en nuestra región, como por ejemplo el radial (*Lomatia hirsuta*) y la laura (*Schinus patagonicus*). Una particularidad de estos arbustos es que aunque se quemen sus ramas y parte de su tronco, la parte que está debajo de la tierra sobrevive y rebrota después de los incendios, por eso es que dos o tres años después de un incendio comienzan a recuperarse. A su vez, muchas hierbas que crecen en lugares con mucha luz aprovechan los sitios recientemente quemados para colonizarlos.

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN PATAGONIA

Al contrario de los arbustos, la mayoría de los árboles nativos presentan una reproducción sexual obligada por medio de semillas, por lo que su capacidad para recuperarse después de un disturbio es mucho menor. Por lo tanto, en estos ambientes la restauración ecológica activa es una posibilidad concreta para su recuperación. Afortunadamente son cada vez mayores las experiencias de restauración en la estepa, matorrales y bosques secundarios de Patagonia y éstas brindan información útil para la reintroducción de distintas plantas nativas en ambientes degradados. Si el grado de alteración del suelo después de un disturbio es muy alto,

aunque existan semillas en el sitio proveniente de lugares cercanos, será necesario intervenir en la superficie del suelo a fin de mejorar sus condiciones y permitir un mejor desarrollo de la vegetación (Recuadro 2). Otras veces, es necesario recurrir a estrategias de revegetación a partir de plantines producidos en vivero.

Las intervenciones que se emplean en la recuperación de un área varían según la extensión y la duración de las perturbaciones pasadas, de las condiciones culturales que han transformado el paisaje y de las oportunidades y limitaciones actuales. Las técnicas para la recuperación mediante la restauración son muchas y variadas y se relacionan

con el objetivo del trabajo, el estado del sitio y el ecosistema original, o el de referencia. Entre las más utilizadas se encuentran: traslado del suelo y/o hojarasca, siembra de determinadas especies, plantación de árboles o arbustos, remoción de especies exóticas, exclusión de grandes herbívoros, empleo de enmiendas orgánicas o fertilizantes (Recuadro 3), modificaciones de la topografía, empleo de perchas artificiales para las aves (donde defecan, aportando semillas de frutos consumidos en otras áreas), tratamientos artificiales de sombra y/o riego, reintroducción de fauna, utilización de mecanismos de facilitación como por ejemplo el empleo de plantas *nodrizas* o de *hidrogeles* (políme-

Recuadro 2. Suelos restaurados

Esteban Kowaljow, Patricia Satti y María Julia Mazzarino

La función del suelo no es simplemente la de soporte de la vegetación ya que dentro del ecosistema, cumple un rol fundamental almacenando y liberando nutrientes, albergando una gran cantidad de organismos vivos e interviniendo directamente en el ciclo hidrológico. Por lo tanto, si se modifican las propiedades del suelo, se verá afectado el ecosistema en su conjunto.

Disturbios como el fuego, el sobrepastoreo, la minería, el derrame de contaminantes o la deforestación, producen grandes modificaciones en la flora y fauna de las zonas alteradas y también repercuten sobre los atributos físicos, químicos y biológicos del suelo. El grado de alteración del suelo dependerá principalmente de la intensidad del disturbio, el tipo de suelo y las condiciones climáticas de la región. En el caso de suelos de zonas áridas y semiáridas, éstos presentan propiedades físicas y químicas distintivas que los hacen particularmente sensibles a disturbios y procesos erosivos, tales como inestabilidad estructural, baja capacidad de retención de agua y bajos contenidos de materia orgánica.

En la mayoría de los casos, la degradación está asociada a la pérdida de materia orgánica del suelo (MOS) debido a que su disminución afecta directamente la *resistencia* a la erosión, porque se pierde estructura y efecto cementante, la *fertilidad*, porque disminuye el contenido de nutrientes esenciales y la actividad de microorganismos, y la *capacidad amortiguadora* del suelo por su menor capacidad para resistir cambios. Cuando el contenido de MOS es bajo antes del disturbio, como en las regiones áridas y semiáridas, el efecto de la degradación se acentúa.

La restauración de suelos degradados mediante la aplicación de enmiendas con elevados contenidos de materia orgánica es una técnica cada vez más frecuente y, en general, los mejores resultados se han observado cuando éstas se agregan compostadas, es decir como material que libera nutrientes lentamente. Experiencias realizadas en suelos degradados del extremo semiárido del ecotono bosque-estepa en Patagonia norte, han demostrado que la aplicación de compost de residuos urbanos, como ser lodos cloacales, basura y residuos de poda, aumenta el contenido de MOS, recupera la actividad de los microorganismos y acelera el desarrollo de la vegetación. Por otro lado, la aplicación de compost en suelos más fértiles afectados por incendios también aumenta la actividad de microorganismos y el crecimiento de las plantas, pero no aumenta sustancialmente la MOS.

Recuadro 3. Recuperación de bosques quemados

Miriam E. Gobbi, Mailen Lallement, Santiago Varela y Celia Tognetti

En los bosques quemados la regeneración natural ocurre tanto a través de la germinación de semillas acumuladas en el suelo (*bancos de semillas*) y de las que son aportadas desde otras comunidades vegetales, como a partir del rebrote de las plantas que sobrevivieron al fuego.

Dado que en los *bancos de semillas* de los bosques andino-patagónicos las especies nativas leñosas están poco representadas y los bosques sin quemar, que podrían aportar semillas, pueden estar muy lejanos, el rebrote suele ser el principal mecanismo de recuperación de los arbustos, aunque es poco frecuente en árboles. El fuego no sólo elimina la vegetación, además genera condiciones poco favorables para la germinación de semillas: alta radiación solar directa, temperaturas elevadas en verano y bajas en invierno, poca retención de agua, baja disponibilidad de nutrientes y alta exposición a los vientos. Además, disminuye la oferta de alimento para los herbívoros y, por lo tanto, aumenta la presión de herbivoría.

Para implementar estrategias de revegetación es necesario considerar por un lado, las características del sitio que condicionen la instalación y desarrollo de las plantas tales como las condiciones de fertilidad de suelos, porosidad, disponibilidad de agua, etc. y, por otro, la cantidad y calidad de plantines producidos en viveros, disponibles para ser llevados a campo. Es necesario seleccionar aquellas características de las plantas que promuevan una mayor supervivencia y crecimiento en el campo. Así, para sitios con alto déficit hídrico, sería necesario seleccionar plantas con una mayor superficie de raíces en relación al área de hojas.

En condiciones de viero, la incorporación al sustrato de compost de biosólidos brindó buenos resultados en el crecimiento de los plantines de ciprés y de coihue mientras que el agregado de viruta de madera produjo incrementos tanto en la supervivencia como en el crecimiento de plantines de ciprés, radial (*Lotmatia hirsuta*) y lenga.

En el campo, las principales causas de mortalidad de plántulas son la sequía y la herbivoría, y los mejores resultados de supervivencia se registran en aquellos que crecen debajo de arbustos, debido al *efecto nodriza* (Capítulo 3). La aplicación de compost mejora las condiciones de fertilidad del suelo quemado y la retención de humedad pero no incrementa la germinación de las especies nativas, aunque sí puede aportar especies exóticas. La aplicación de enmiendas, compost de biosólidos o viruta de madera, no mejora las condiciones de humedad durante el verano, principal limitante en la regeneración. Para minimizar el efecto de los herbívoros se utilizan protectores que pueden elaborarse con planchas metálicas perforadas, ensambles de ramas o alambrados.



Plantines de ciprés, radial y lenga en tres tipos de sustratos: de bosque, con viruta incorporada y con viruta formando una capa de material aplicada sobre el suelo. Foto: M. E. Gobbi.

ros artificiales que favorecen la retención de agua).

Muchos arbustos exóticos, que se encuentran invadiendo diferentes ecosistemas degradados, pueden utilizarse en las primeras etapas de la restauración porque se comportan como pioneros, colonizando áreas disturbadas con condiciones muy pobres y facilitan la introducción de otras plantas nativas más intolerantes a la desecación.

Las áreas alteradas de los bosques son frecuentemente invadidas por arbustos exóticos como la rosa mosqueta (*Rosa rubiginosa*) que soporta las condiciones extremas de insolación, pérdida de humedad y de fertilidad de los suelos que surgen cuando se alteran las comunidades naturales. La alta cobertura de

esta especie y los numerosos aguijones que cubren sus tallos facilitan el establecimiento de plantas nativas debajo de su follaje, ya sea a partir de rebrotes o de las semillas presentes en el suelo que quedan protegidas de los herbívoros. Las especies nativas que sobreviven y crecen en forma natural en esas condiciones inician la *restauración pasiva* de la comunidad vegetal propia del área. Se ha observado que debajo de las plantas de rosa mosqueta pueden crecer en forma natural 13 especies de árboles y arbustos nativos.

Por lo tanto, las plantas de rosa mosqueta que ya invadieron las áreas alteradas pueden usarse como nodrizas plantando individuos de especies nativas bajo su protección (Figura 5). De esta forma, se acortan los tiempos



Figura 5: Aspecto general del área de estudio (a), Juveniles de maqui debajo de las matas de rosa mosqueta (b). Fotos: M. Svriz.

necesarios para recuperar las condiciones ecológicas de las zonas a restaurar pues se evita plantar primero especies tolerantes a la excesiva iluminación y se reducen los costos implicados en este tipo de emprendimientos. Esto se ha probado en cuatro matorrales de rosa mosqueta, dos en una zona alterada de bosque de ciprés y dos en bosque de coihue alterado. Se plantaron, tanto debajo como fuera de las matas de rosa, plántulas

de cinco especies nativas diferentes: en los matorrales del área de bosque de ciprés se plantó maitén (*Maytenus boaria*), laura y ciprés, mientras que en los del área de bosque de coihue, maitén, maqui (*Aristotelia chilensis*) y coihue. La plantación fue realizada durante el otoño y para calcular el número de individuos a plantar de cada especie nativas se respetó la proporción en que éstas crecían en los bosques no alterados, infor-

Recuadro 4. Plantación de maitén

Graciela H. Namiot y Adriana E. Rovere

El maitén es un árbol nativo que se distribuye en diferentes regiones de Perú, Chile, Brasil y Argentina y en la región andino-patagónica es una especie característica de zonas del ecotono bosque-estepa. En la Reserva Nacional Lago Puelo Zona Norte (Parque Nacional Lago Puelo) diferentes incendios de origen antrópico ocasionaron que las áreas boscosas sean reemplazadas por matorrales de especies exóticas. Con el fin de restaurar dichas comunidades secundarias, se evaluó la composición de la vegetación en el área y en función de ello, se eligió al maitén para iniciar los trabajos de enriquecimiento con especies nativas. El matorral presentó abundante cobertura de arbustos exóticos, siendo el más abundante la rosa mosqueta. Debajo de los arbustos se hallaban presente escasos renovales de árboles nativos del ciprés de la cordillera y de maitén.

Se realizó una plantación, bajo cobertura y sin cobertura, con plantas de maitén de un año de edad producidas con semillas de origen local. Los resultados luego de un año, indicaron que la supervivencia de maitén fue mayor bajo arbustos (34 %) que fuera de ellos (9 %), si bien los resultados de supervivencia son bajos, probablemente debido al estrés post-transplante y a la estación estival extremadamente seca.



Luego de 5 años la supervivencia promedio fue de 16 %. Se considera que el maitén es una especie potencialmente apta para ser reintroducida en proyectos de restauración debido a sus características: es una especie pionera que con frecuencia coloniza ambientes degradados, sus semillas son una importante fuente de alimento en otoño e invierno para algunas aves nativas que favorecen su dispersión natural y presentan altas tasas de germinación. Las plantas de maitén presentan un buen desarrollo en vivero y además es una especie de rápido crecimiento y presenta reproducción vegetativa, lo que le permite ocupar el espacio en poco tiempo, aún en ausencia de semillas.

Experiencia de plantación de maitén en la Reserva Nacional P. N. Lago Puelo. Foto: A. E. Rovere.

mación que se tomó de estudios previos realizados en ambos tipos de bosque.

En la primavera siguiente a la plantación se controló la sobrevivencia de los individuos plantados y observamos que el maitén, el coihue, la laura y el maqui mostraron un mayor porcentaje de individuos saludables debajo de las matas (40-70 % de los individuos plantados) que fuera de éstas (12-24 %). En el caso particular del ciprés, que necesita estar protegido por otras plantas en sus primeros estadios de crecimiento (Capítulo 2), sólo sobrevivieron las plantas que estaban debajo de las matas de rosa.

Estos resultados sugieren que aquellas zonas forestales que fueron degradadas por las actividades humanas y luego invadidas por el matorral de rosa mosqueta pueden ser recuperadas, ya sea aprovechando la flora nativa presente en forma espontánea,

o plantando debajo de las plantas de rosa mosqueta. Al ser la rosa mosqueta una especie intolerante a la sombra, si los individuos de las especies arbóreas crecen adecuadamente y con el tiempo llegan a adultos desarrollando una copa bastante frondosa, el sombreo terminaría eliminando a la especie exótica. Con el tiempo podríamos esperar la recuperación de la comunidad nativa dado que se incorporarían otras especies y se restauraría el bosque. Sería recomendable cercar estas áreas para evitar la entrada de ganado y otros herbívoros que afecten a las plantas nativas y dispersen las semillas de la exótica y monitorear la eliminación natural de la rosa mosqueta.

También se han realizado con éxito experiencias de reintroducción de maitén, dado que en muchos matorrales degradados de la región esta especie recoloniza en baja den-

Recuadro 5. Rehabilitación y restauración en el Monte

Daniel R. **Peréz**, Fernando **Farinaccio** y Adriana E. **Rovere**

El Monte es un desierto sudamericano subtropical y templado, de clima cálido desértico y semidesértico. Se extiende desde la provincia de Salta hasta la provincia de Chubut, limitando al oeste con los Andes, al sur con la Patagonia semidesértica y al oriente con los bosques subtropicales secos de Chaco y el ecosistema de Espinal.

Los desiertos son ecosistemas controlados por el agua, con infrecuentes, discretos y altamente impredecibles aportes de agua. Así, la limitada cantidad de agua y nutrientes disponible tiende a hacerlos vulnerables y sumamente difíciles de recuperar, es decir que presentan muy baja resiliencia.

Según la Convención Internacional de Lucha contra la Desertificación (CILD), se entiende por *desertificación* a la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultante de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas. La desertificación produce empobrecimiento ecológico y social ya que ocasiona la pérdida de la productividad natural, biodiversidad y potencial sustentabilidad para la sociedad acarreado, en consecuencia, problemas en la salud de sus habitantes. En Argentina, las provincias del noreste, del norte y las provincias patagónicas están afectadas por la *desertificación*.

En Patagonia, se hallan distintos proyectos actualmente en desarrollo, cuyos objetivos de trabajo intentan revertir el problema de la *desertificación*. Un gran porcentaje del ecosistema del Monte se está degradando como consecuencia del pastoreo excesivo, la deforestación, la fragmentación, la explotación no sustentable de los recursos naturales, como así también por la falta de prácticas de rehabilitación y restauración. En esta matriz con un alto grado de degradación ambas prácticas constituyen un desafío que requiere el desarrollo de investigación básica, de técnicas creativas apropiadas para su recuperación, de vínculo entre grupos de investigación y diálogo con tomadores de decisión y con los pobladores involucrados.

sidad comportándose como especie nativa pionera (Recuadro 4).

En ecología, el término **resiliencia** indica la capacidad de las comunidades o de los ecosistemas de recobrar los atributos estructurales y funcionales que han sufrido daño debido a las perturbaciones. Si bien diferentes ecosistemas presentan distinta resiliencia en general, frente a perturbaciones de baja magnitud, la recuperación se da de manera natural pero, ante eventos de gran magnitud, la recuperación es más difícil. En particular, los sitios áridos o semiáridos se caracterizan por su baja resiliencia (Recuadro 5), en cuyo caso las enmiendas orgánicas permitirían la recuperación de la vegetación nativa (Recuadros 2 y 6).

En los procesos de regeneración de especies post-perturbación también intervienen las interacciones planta-animal (Capítulos 5 y 6), por ejemplo pueden acelerarse manteniendo algunos árboles que sirvan de posadero o percha para aves dispersoras de semillas. Si bien este es un mecanismo selectivo que favorece la dispersión de especies con frutos carnosos, contribuye a una amplia diseminación de frutos o semillas en el suelo de los ambientes degradados. Es de destacar que la dispersión de semillas por aves ocurre tanto en las especies nativas

como en las exóticas. En matorrales post-fuego ubicados en áreas aledañas a bosques, se ha evaluado el efecto de las perchas dado que participan en la recolonización a través de las aves mediante la dispersión de semillas.

Las aves frugívoras sirven como medio de transporte de las semillas que se encuentran en el interior de los frutos que ingieren ya que digieren la pulpa de los frutos pero defecan, cuando están posados en alguna percha, las semillas intactas (Figura 6). De este modo, las semillas son transportadas a lugares a los que no podrían llegar por sí solas.

Las perchas son las ramas de árboles o arbustos u otro tipo de estructuras que utilizan las aves para posarse pero no sólo sirven como lugares de descanso entre vuelo y vuelo, sino que también son utilizadas mientras se alimentan, para comunicarse entre ellas, buscar pareja, nidificar y/o vigilar. Así, se pueden diferenciar muchos tipos de perchas según su función, por ejemplo, para vigilar o buscar pareja las aves prefieren lugares altos que les permitan tener buena visibilidad, mientras que para alimentarse utilizan las perchas que se encuentren cerca de la fuente de alimento, por ejemplo ramas de arbustos cargados de frutos maduros.

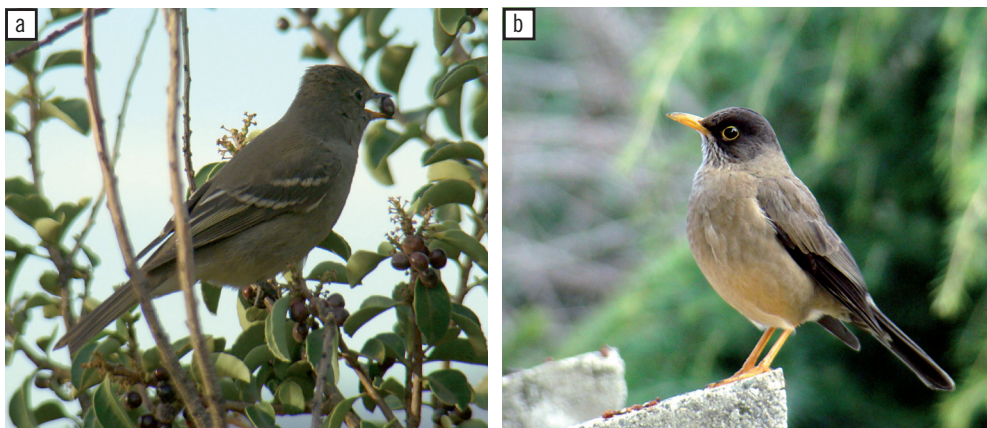


Figura 6: Fío fío (*Elaenia albiceps*), principal frugívoro de la región, comiendo frutos de laura (a); zorzal patagónico (*Turdus falklandii*), importante frugívoro y dispersor de semillas (b). Fotos: J. Gimenez.

Recuadro 6. Basureros de hormigas: ¿un recurso para la restauración de zonas áridas?

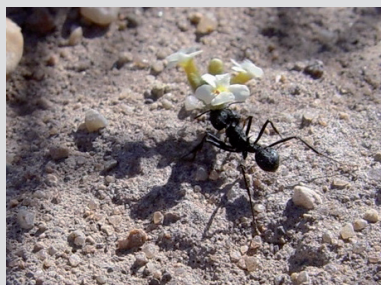
Mariana Tadey, Alejandro Farji-Brener y Noelia Cerda

La combinación de escasas precipitaciones, suelos pobres y sobrepastoreo han reducido la vegetación y la fertilidad del suelo en el desierto del Monte. El estado actual de desertificación de esta región requiere de programas de conservación y restauración de los suelos para evitar el deterioro progresivo de sus recursos naturales. Por esta razón, restaurar la cubierta vegetal se ha convertido en una necesidad inaplazable que debe sustentarse con información técnica de calidad.

El empobrecimiento de la flora puede afectar indirectamente a otros organismos que se alimentan de las plantas, como algunas especies de insectos. Por ejemplo, la hormiga cortadora de hojas (*Acromyrmex lobicornis*) es un insecto herbívoro que utiliza fragmentos de vegetación fresca para cultivar un hongo dentro de los nidos con el cual alimenta a sus larvas. Este proceso genera desechos orgánicos que son acumulados fuera del nido en “basureros” (Capítulos 6 y 7). Estos depósitos son mucho más ricos en nutrientes que el suelo cercano y son considerados pequeñas “islas de fertilidad” que pueden ser aprovechados por las especies de plantas que eventualmente crezcan cerca. Sin embargo, el ganado puede afectar esta capacidad fertilizante de los basureros consumiendo las especies vegetales más nutritivas y dejando para las hormigas la de menor valor. En consecuencia, la fertilidad natural de los basureros podría depender de la intensidad de pastoreo del lugar.

Para determinar si los basureros de hormigas pueden utilizarse como facilitadores de la germinación y desarrollo de plantas nativas del Monte, aplicable luego a la restauración de zonas disturbadas, se realizó un experimento donde se determinó si la germinación de semillas podía estar afectada por diferentes factores como el origen de las plantas madre (provenientes de campos con alta o baja carga ganadera), el tipo de sustrato (suelo o basurero) y el origen del basurero (proveniente de campos con alta o baja carga ganadera). Para esto, se colectaron semillas de dos campos (uno con baja y otro con alta carga ganadera), semillas de cinco especies vegetales nativas así como material del basurero de 10 nidos de hormigas y del suelo adyacente a los mismos. Las semillas de las distintas especies se sembraron en los dos tipos de sustrato, provenientes de ambos campos, y se comparó tanto su germinación, como el vigor de las plántulas germinadas.

En general, las semillas germinaron más en el basurero que en el suelo; si bien hubo variaciones entre las especies, las plántulas que crecieron sobre basurero presentaron mayor vigor y eran más grandes que las que crecieron sobre suelo. Las semillas provenientes del campo más pastoreado fueron más pequeñas que las del campo menos pastoreado, no obstante, al estar sembradas sobre el basurero desarrollaron plántulas más vigorosas que el resto. Asimismo, las plántulas que crecieron sobre el basurero del campo más pastoreado crecieron más en altura que las del basurero del campo menos pastoreado. En conclusión, los basureros de las hormigas son muy buenos como fertilizantes, independientemente de dónde provengan.



A la izquierda se observa una hormiga cortadora de hojas llevando una flor de tomillo (*Acantholippia seriphoides*) (a) y a la derecha un nido y basurero de la hormiga cortadora de hojas (b). Fotos: M. Tadey.

El fuego es un disturbio muy frecuente en los bosques andino-patagónicos (Capítulo 2) que deja muchos árboles muertos en pie que son utilizados como *perchas* por las aves. Por lo tanto, éstos árboles pueden colaborar con la recolonización post-fuego a través de las aves que actuarían como *restauradoras ecológicas*.

Para evaluar el uso de *perchas* y su efecto en la restauración ecológica de áreas quemadas, se instalaron 150 trampas de semillas en tres bosques quemados (450 trampas en total). En cada bosque quemado se instaló la mitad de las trampas de semillas debajo de ramas de árboles muertos en pie (*perchas*) y la otra mitad en claros. Las trampas de semillas son cuadrados de tela mosquitera plástica, de 50 cm x 50 cm, con patas de alambre que se clavan en el suelo. Cuando las aves defecan, las heces quedan atrapadas en la tela mosquitera y de esta manera se puede ver si las heces contienen semillas. Una vez al mes, durante los meses de enero, febrero y marzo, época de fructificación de la mayoría de las especies de frutos carnosos, se revisaron todas las trampas y se recolectaron las heces que contenían semillas y se identificaron a qué especie pertenecían. En total,

se encontraron en las trampas 1.064 semillas que fueron dispersadas por aves. El 84 % de estas semillas se encontraban en las trampas ubicadas bajo *perchas* de árboles muertos en pie. En los bosques quemados las aves principalmente dispersaron semillas de calafate (*Berberis buxifolia*), laura, maqui, michay (*Berberis darwinii*), maitén y parrilla (*Ribes magellanicum*).

En este experimento se encontró que las aves utilizaron como *perchas* a los árboles muertos en pie y, por lo tanto, podrían contribuir con la restauración ecológica de bosques quemados. Así los árboles, aunque estén muertos, todavía siguen cumpliendo una función muy importante en la restauración ecológica de bosques quemados sirviendo como puntos de dispersión de semillas provenientes de lugares no quemados. Por lo tanto, la extracción de leña de los lugares quemados debe ser evitada o cuidadosamente planificada y manejada para no limitar la recolonización natural de los bosques a través de la dispersión de semillas por aves.

Los restos leñosos son muy importantes no solo como *perchas*, sino que además sirven como refugios de animales, cercos



Figura 7: Regeneración post-fuego temprana de bosque de coihue y ciprés, 10 años después del incendio, en donde los restos leñosos y rollizos no fueron retirados, Lago Los Mosco, P.N. Nahuel Huapi. Foto: M. Blackhall.

naturales que protegen a las pequeñas plantas de los grandes herbívoros, control de la erosión del suelo, sustrato para el establecimiento de plántulas (Figura 7), y aporte de nutrientes al suelo como resultado de su descomposición.

Para los seres humanos, que también forman parte de la dinámica de los ecosistemas que habitan, los restos leñosos también cumplen roles muy importantes en su vida cotidiana; en la zona andino-patagónica, caracterizada por largos y fríos inviernos, los restos leñosos son utilizados comúnmente para calefacción (Capítulo 9) y como materia prima para la fabricación de viviendas, muebles, herramientas y cercos, entre otras finalidades.

Debido a que los restos leñosos son tan importantes para el funcionamiento del bosque y la vida de numerosas especies animales y vegetales, incluidos los seres humanos, resulta de fundamental importancia la existencia de planes de aprovechamiento forestal que posibiliten el uso sostenible de este recurso, cada vez más limitado. Dentro de la región de los bosques del noroeste de la Patagonia se encuentran emplazadas numerosas ciudades, pueblos y comunidades, donde viven familias que, para subsistir, necesitan abastecerse de los productos maderables de los alrededores. Es por esto que en cada jurisdicción existen diferentes planes de aprovechamiento forestal en los cuales se detallan las normativas que establecen cómo deben extraerse las especies maderables y los restos leñosos (rollizos, postes, varas, leña), cuáles son las cantidades autorizadas y cuáles son los períodos óptimos y los métodos apropiados para la extracción.

Un uso desmedido de este recurso y la extracción de forma inapropiada pueden producir un deterioro del ecosistema. Tanto en el proceso de corte como en el acarreo de los materiales extraídos puede destruirse vegetación circundante y refugios de animales, e incluso promoverse la erosión del suelo. Al realizar cualquier procedimiento extractivo

es muy importante recordar que el recurso leñoso es muy limitado, principalmente debido al largo tiempo que necesita el ecosistema para generar grandes cantidades de restos leñosos. En general, desde la perspectiva de los seres humanos es difícil valorar la escala temporal de la naturaleza y sus tiempos más prolongados. Un gran tronco caído, que podemos encontrar en cualquier bosque, quizás podría representar cientos de años de crecimiento de un árbol. Es fundamental tomar conciencia de que la especie humana no es la única que necesita de este recurso para su subsistencia, sino que también existen muchas otras especies cuya sobrevivencia también depende de los restos leñosos.

Si bien sabemos que la leña es una importante fuente de energía para la población rural y urbana, los ejemplos presentados demuestran, a su vez, la importancia que tiene para la conservación y recuperación de los ambientes degradados. Esta situación plantea importantes disyuntivas que deben ser zanjadas a través de planes de manejo balanceados y acordados entre diversos sectores de la comunidad.

CONSERVACIÓN Y EDUCACIÓN

Los seres humanos formamos parte de la dinámica de los ecosistemas que habitamos y por eso es necesario conocerlos. La inclusión de temas ambientales regionales, tanto en los contenidos de la educación formal en todos sus niveles como en la educación no formal, pueden generar respeto y cuidado hacia los ecosistemas nativos (Recuadro 7). Dadas las características de diferentes ciudades en Patagonia que cuentan con una gran migración de población de otras ciudades y que están en contacto o muy próximas a áreas protegidas, consideramos que esta educación es prioritaria en la región.

Una encuesta, realizada por una consultora en el año 2005 a pedido de la Fundación Vida Silvestre, que indagó la opinión

Recuadro 7. Conservación de la biodiversidad en la educación formal

Beatriz Dávila, Margarita Herbel († 2014) y Adriana E. Rovere

La educación ambiental puede entenderse como la transmisión de conocimientos, aptitudes y valores ambientales, que promueven la adopción de actitudes positivas hacia el medio natural y social. Dichas actitudes, a su vez, se traducen en acciones de cuidado y respeto por la diversidad biológica y cultural. Se reconoce que la educación ambiental está basada en valores para la transformación social y se asienta sobre una ética profunda que compromete seriamente a cuantos participan en sus programas.

Actualmente la problemática ambiental está presente en los currículos escolares en forma prioritaria y en ese sentido es necesario que la capacitación docente dé respuesta a la necesidad de análisis y actualización en temas de conservación, a fin de favorecer su implementación en el aula. Estos conocimientos son requeridos y valorados por los docentes que ven en sus ámbitos de trabajo la creciente degradación del entorno y la necesidad de contribuir a la protección y regeneración de los ambientes naturales, acercando a los alumnos al conocimiento y cuidado de las especies nativas.

Dado que el aula, sea cual sea el nivel es el centro propio de la enseñanza, son importantes los cursos de actualización y de perfeccionamiento docente en temas regionales de conservación. Es necesario que la producción y divulgación de conocimientos referidos a las problemáticas ambientales y a la biodiversidad en general, puedan ser accesibles para los docentes.

Para que la transferencia al aula de estos contenidos sea fructífera, es necesaria la articulación entre las instituciones que comparten el compromiso con el medio ambiente a través de distintas disciplinas (ONGs, Universidades, Direcciones de Bosques y Fauna, Administraciones de Áreas Protegidas, etc.) y los docentes.. De esta forma los saberes científicos, didácticos y de difusión, se comparten y complementan en un espacio de aprendizaje mutuo y de intercambio de conocimientos y experiencias.

de personas mayores de 18 años de todo el país sobre la situación ambiental de Argentina aporta algunos datos para Patagonia. En relación a la pregunta *¿Qué acción garantizaría la preservación del medio ambiente?* Los encuestados de las provincias de Neuquén, Río Negro y Santa Cruz respondieron *mejor educación* en primer lugar (43,6 %) y *leyes más estrictas* en segundo lugar (32,9 %), mientras que los encuestados de las provincias de Chubut y Tierra del Fuego, respondieron en primer lugar *leyes más estrictas* (38,8 %) y en segundo lugar *mejor educación* (32,9 %).

A través de la educación es posible dar un marco a la conservación de la biodiversidad como un tema de todos y de cada uno de nosotros.

DESAFÍOS A FUTURO

En función de la importancia de conservar la biodiversidad de los ecosistemas patagónicos y de tomar medidas para su recuperación se destacan algunas alternativas que permitirían avanzar en esa dirección:

- Incrementar los esfuerzos para la preservación de las ecorregiones de Patagonia menos representadas en los sistemas de áreas protegidas (Espinal, Monte de Llanuras y mesetas, Estepa patagónica), a fin de asegurar en el largo plazo la conservación de las mismas.
- Profundizar los estudios de biodiversidad en todos sus niveles, a fin de implementar medidas de conservación, dado que la extinción de las especies constituye un proceso irreversible.
- Identificar sitios y ambientes de alto valor de conservación, con el objetivo de enfo-

- car la planificación territorial, sus condiciones de protección y la necesidad o no de implementar proyectos de restauración, a fin de conservar la diversidad que los mismos albergan.
- Avanzar sobre el estudio de la dinámica de poblaciones de especies nativas y de la historia natural de las mismas, ya que su desconocimiento constituye en sí mismo una amenaza para su conservación *in situ* e impide tomar con certeza las medidas más adecuadas para su protección.
 - Extremar las medidas para el control de especies exóticas ya que afectan e intervienen en la composición y en diversos procesos ecológicos de los ambientes nativos como las interacciones planta-animal, la dinámica de los nutrientes y los **regímenes de disturbio**.
 - Considerar la restauración ecológica como una alternativa para mitigar los daños producidos por los cambios acelerados del ambiente, que incluyen el cambio climático, el cambio en el uso de la tierra y la dispersión de especies exóticas.
 - Dar continuidad a las investigaciones sobre los mecanismos más adecuados para la implementación de acciones de restauración, a fin de recuperar ecosistemas que en el futuro puedan adaptarse rápidamente a los cambios del ambiente (climáticos o luego de disturbios).
 - Incrementar las actividades de educación ambiental, con el fin de facilitar la transmisión de conocimientos, aptitudes y valores ambientales que promuevan la adopción de actitudes positivas hacia el medio natural y social.
- La conservación de la biodiversidad representa la resultante actual de la evolución de la vida en el planeta. Ahora y aquí somos parte, lo cual nos compromete a hacer un uso sustentable, a fin de satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las necesidades que las generaciones futuras.