

CIENCIAS AMBIENTALES EN LA ARAUCANÍA

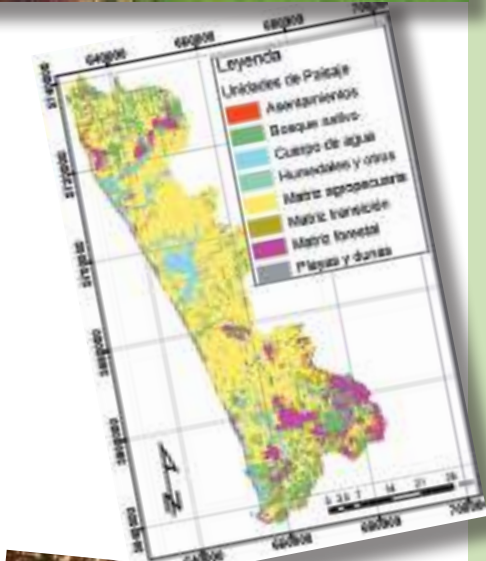
Editor

Andrés Muñoz Pedreros



**UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
TEMUCO**

EDICIONES UC TEMUCO
VICERRECTORÍA DE EXTENSIÓN Y
RELACIONES INTERNACIONALES



Las ciencias ambientales estudian el efecto antrópico sobre los sistemas ecológicos y sociales, así como también el manejo de estos sistemas para el beneficio y la sobrevivencia del ser humano. Buscan conocimiento nuevo de manera interdisciplinaria para proponer soluciones concretas.

Este libro de divulgación científica está destinado al ciudadano que no trabaja en ciencias ambientales, pero que reconoce su aporte al bienestar del ser humano, a la sociedad y al ambiente en que vive. Habitualmente se cree que todo el conocimiento científico se genera en los países desarrollados o en universidades de grandes ciudades, lo cual no es real, ya que en muchas regiones de nuestro país, y especialmente en la Región de La Araucanía, existen entidades universitarias y no universitarias dedicadas a la generación de conocimiento científico fundamental y aplicado.

Presentamos 27 artículos agrupados en cuatro temas:

- Paisajes de La Araucanía
- Conservación de la vida silvestre
- Manejo de recursos naturales
- Ecología urbana



UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
TEMUCO

DEPARTAMENTO DE
CIENCIAS AMBIENTALES
FACULTAD DE
RECURSOS NATURALES



UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
TEMUCO

FACULTAD DE
RECURSOS NATURALES



ISBN: 978-956-9489-71-6



9 789569 489716

CIENCIAS AMBIENTALES EN LA ARAUCANÍA

Editor

Andrés Muñoz Pedreros



UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
TEMUCO

DEPARTAMENTO DE
CIENCIAS AMBIENTALES
FACULTAD DE
RECURSOS NATURALES



UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
TEMUCO

FACULTAD DE
RECURSOS NATURALES

CIENCIAS AMBIENTALES EN LA ARAUCANÍA

Selección de artículos publicados en la Revista de divulgación científica Ambiente del
Departamento de Ciencias Ambientales
Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco

Editor

Andrés Muñoz Pedreros

Comité científico

(Revista Ambiente)

Alejandra Lazo Corvalán

Andrés Muñoz Pedreros

Angel Contreras Gallardo

Enrique Hauenstein Barra

Juan Pablo Frick Raggi

Mario Romero Mieres

Ramiro Díaz Harris

Correctora de pruebas

(Revista Ambiente)

Patricia Mejías Lagos

Diseño

Katherine Hardessen

Diagramación

Andrés Muñoz Pedreros

Producción

Juan Carlos Pradenas Chuecas

Solicitudes

Claudia Herrera Castro

cherrera@uct.cl/Fono: +56 45 205432

Departamento de Ciencias Ambientales,

Facultad de Recursos Naturales,

Universidad Católica de Temuco

Longitudinal Norte s/n,

edificio Adalberto Salas cuarto piso, Temuco, Chile.

2021



UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
TEMUCO

SUMARIO

EL PAISAJE DE LA ARAUCANÍA

Las ciencias ambientales. <i>Andrés Muñoz-Pedrerros</i>	7
Del trigo al pino. Una ecología política histórica de La Araucanía. <i>Miguel Escalona</i>	11
El suelo un recurso en crisis. <i>Paulo Dumont</i>	19
Bosques de La Araucanía. <i>Celso Navarro</i>	27
El paisaje visual. Un recurso valioso y amenazado. <i>Andrés Muñoz-Pedrerros</i>	39
Paisaje costero en La Araucanía. Proyectando el futuro a partir de información del pasado y el presente. <i>Fernando Peña-Cortés & Daniel Rozas</i>	49

CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE

Plantas carnívoras de La Araucanía. <i>Enrique Hauenstein</i>	55
Árboles nativos de interés medicinal en La Araucanía. <i>Enrique Hauenstein & Paola Arroyo</i>	61
Bosques de araucaria. Peligros para una especie milenaria. <i>Rodrigo Gutiérrez</i>	71
Diversidad faunística de La Araucanía. <i>Andrés Muñoz-Pedrerros & Marilyn González-Urrutia</i>	81
Determinación de edad y sexo en vertebrados terrestres. <i>María Loreto Miranda</i>	87
El visón americano. Un invasor sin control en Chile. <i>Carola Valencia</i>	97
Conservación de la vida silvestre <i>ex situ</i> . <i>Elías Vilchez</i>	105

MANEJO DE RECURSOS NATURALES

La limnología y las aguas continentales. <i>Gladys Lara</i>	113
El chorito de agua dulce. Indicador de la calidad de ríos, lagos y lagunas. <i>Gladys Lara</i>	117
El indómito río Trancura. <i>Jorge Jerez, Alejandro Jerez y Miguel Aguayo</i>	121
Recuperación y conservación de la flora nativa en La Araucanía. <i>Mirtha Latsague</i>	131
Traslocación de fauna silvestre. Una práctica controversial. <i>Tatiana Vuscovic</i>	137
Control biológico de plagas con aves rapaces. <i>Andrés Muñoz-Pedrerros</i>	143
Celdas solares fotovoltaicas. <i>Ramiro Díaz & Angélica Francois</i>	147

ECOLOGÍA URBANA

Ecología urbana. <i>Andrés Muñoz-Pedrerros</i>	155
Árboles de las plazas de Temuco. <i>Mario Romero-Mieres</i>	161
Aves de plazas y parques de Temuco. <i>Andrés Muñoz-Pedrerros, Marilyn González-Urrutia & Heraldo V. Norambuena</i>	167
Diversidad arbórea del campus San Juan Pablo II de la UC Temuco. <i>Mario Romero-Mieres, Gloria Calfucura, Dacne Furniel, Nicolás Vallejos & Eduardo Fernández</i>	175
Aves urbanas. Diversidad de avifauna del campus San Juan Pablo II de la UC Temuco. <i>Andrés Muñoz-Pedrerros, Marilyn González-Urrutia & Jorge Zúñiga</i>	183
Árboles alergénicos de Temuco y Padre las Casas. <i>Mario Romero-Mieres</i>	191
Educación ambiental desde el jardín. <i>Mirtha Latsague</i>	195



Prólogo

Este libro es una compilación de artículos publicados en la revista de divulgación científica AMBIENTE, la que tiene por objetivo presentar una muestra de las actividades de investigación y docencia realizadas en el Departamento de Ciencias Ambientales (DCA) de la Universidad Católica de Temuco, para que sean conocidas y valoradas por la comunidad regional y/o nacional. Este libro está destinado al ciudadano que no trabaja en ciencias ambientales, pero que reconoce su aporte al bienestar del ser humano, a la sociedad y al ambiente en que vive. Habitualmente se cree que todo el conocimiento científico se genera en los países desarrollados o en universidades de ciudades grandes, lo cual no es real, ya que en muchas regiones de nuestro país, y especialmente en la Región de La Araucanía, existen entidades universitarias y no universitarias dedicadas a la generación de conocimiento científico fundamental y aplicado. En el caso específico del DCA, su foco de investigación son los problemas regionales y/o nacionales que tienen relación con el campo de las Ciencias Ambientales, ya sea en el ambiente natural (terrestre, acuático, aéreo) o en el ambiente socio económico.

El desarrollo de nuestra región está basado de manera importante en la explotación de los recursos naturales renovables, por lo que se requiere la realización de investigaciones que permitan entender cómo están estructurados y cómo funcionan los diferentes ecosistemas en su condición natural, para así entender también cuál es el efecto que genera el uso o sobre-uso de los recursos naturales, provengan éstos del ambiente acuático o terrestre. Debemos tener presente, que el futuro de la vida terrestre depende de manera importante del uso que hoy hagamos de nuestros ecosistemas.

El DCA, ha contribuido durante varios años a esta tarea, no sólo con aportes al conocimiento proveniente de la investigación, sino que también a través de la formación de profesionales idóneos que reúnen las competencias necesarias para la gestión, conservación y uso sustentable de nuestros recursos naturales. Los artículos que presenta este libro pretenden ser un reflejo de nuestra misión, abordar el patrimonio natural y cultural, como un todo, y desde allí desarrollar herramientas de la gestión ambiental en sus particularidades, focalizando la interacción de las personas con sus entornos rurales y urbanos.

Por las razones antes señaladas, invitamos cordialmente a usted a leer este libro de divulgación científica, esperando llamar así su atención respecto del aporte del DCA a la conservación de los ecosistemas naturales propios de la región y del país.

El Editor

LAS CIENCIAS AMBIENTALES

Estudia el efecto del hombre sobre los sistemas ecológicos y sociales, así como también el manejo de estos sistemas para el beneficio y la sobrevivencia del ser humano. Busca conocimiento nuevo de manera interdisciplinaria para proponer soluciones concretas.

Por Andrés Muñoz-Pedrerros¹

Ciencias ambientales

Usualmente los problemas ambientales se dan en un complejo contexto social, económico, cultural y político. La mejor solución no siempre es la más factible y deben realizarse transacciones y compromisos que involucran componentes sectoriales y sociales muy divergentes. Este es el campo en donde adquieren importancia las llamadas ciencias ambientales.

Las ciencias ambientales son entendidas como la búsqueda de conocimiento, conceptualizaciones y explicaciones en el ámbito del ambiente natural y social, así como la proposición de soluciones que contribuyan al bienestar humano sobre una base ecológicamente sustentable.

Una definición formal de Ciencias Ambientales corresponde al estudio del efecto del hombre sobre la estructura y función de los sistemas ecológicos y sociales, así como también el manejo de estos sistemas para su beneficio y sobrevivencia. Las ciencias ambientales se apoyan en ciencias comple-

mentarias como ecología, química ambiental, planificación territorial, geografía, ciencias de la ingeniería, antropología, sociología, etc.

La ecología ha hecho buenos aportes, especialmente la ecología aplicada, la que ha ido cobrando mucha fuerza, de hecho es muy cercana a las ciencias ambientales. La unión de distintas disciplinas ha dado paso a nuevas áreas disciplinares que son mucho más que la simple suma de las partes. A estas nuevas disciplinas es lícito denominarlas parte de la ecología aplicada (e.g., gestión e ingeniería de recursos naturales, ingeniería ambiental, restaura-

¹Médico Veterinario, Magíster en Ecología, Doctor en Ciencias Ambientales. Profesor de manejo de fauna silvestre para las carreras de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Biología en Gestión de Recursos Naturales, Magíster en Recursos Naturales y Doctorado en Ciencias Agropecuarias. Profesor titular del Departamento de Ciencias Ambientales. Correo electrónico: amunoz@uct.cl



Estudio interdisciplinario en la crisis ambiental del río Cruces en San José de la Mariquina.



Erosión por mal uso del suelo en la provincia de Malleco.

ción ecológica). Un caso similar ocurre con las ciencias agrícolas tradicionales, las que unidas a la ecología de sistemas agrarios, han dado paso a una ciencia denominada agroecología (o ecología agrícola); con la toxicología que analizada desde perspectivas ecológicas y contextualizada en ecosistemas específicos ha dado paso a la ecotoxicología; con la geografía que ha convergido con la ecología en una poderosa visión del territorio plasmada en la ecología del paisaje y la geoecología. Por último, la confluencia de los impactos antrópicos y la ecología de los sistemas naturales y artificiales ha dado paso a la ecología ambiental y a la ecología industrial o ingeniería ecológica.

Las ciencias ambientales y sus profesionales

Las ciencias y profesiones que contribuyen a esta meta son múltiples y las ciencias ambientales constituyen la confluencia de distintos acercamientos dis-

ciplinarlos al estudio y solución de problemas relacionados con la interacción hombre-ambiente. De hecho, el mayor desafío para las ciencias ambientales está en la materialización de un enfoque interdisciplinario que logre llegar a ser integrado. De acuerdo a la definición propuesta, cualquier interacción hombre-ambiente es objeto de estudio para las ciencias ambientales.

En el Departamento de Ciencias Ambientales de la Universidad Católica de Temuco (UC Temuco) abordamos cuatro temas: (a) Manejo y gestión de humedales y recursos hídricos, tema en que participan biólogos e ingenieros en recursos naturales, botánicos, zoólogos, ecólogos, genetistas, antropólogos, ingenieros hidráulicos, en pesquerías y acuicultura. (b) Manejo y gestión de la biodiversidad, con participación de biólogos e ingenieros en recursos naturales, botánicos, zoólogos, ecólogos, estadísticos, genetistas, geógrafos,



Equipo multidisciplinario en terreno.

médicos veterinarios, antropólogos, especialistas en Sistemas de Información Geográfica (SIG). (c) Contaminación de aguas y suelos, asumido por químicos, químicos ambientales, ecotoxicólogos, ingenieros agrónomos, ingenieros en recursos naturales y ambientales. (d) Planificación territorial, con participación de geógrafos, ecólogos, biólogos e ingenieros en recursos naturales, sociólogos, arquitectos, urbanistas, antropólogos y especialistas en SIG.

Todos estos profesionales integran el Departamento de Ciencias Ambientales de la UC Temuco y contribuyen con la lógica y los medios que permiten mantener una producción y manejo sustentable de los recursos naturales renovables, incluyendo la conservación de la biodiversidad y prevención del cambio climático ante las presiones del desarrollo no sustentable.

Integración disciplinaria, una difícil tarea

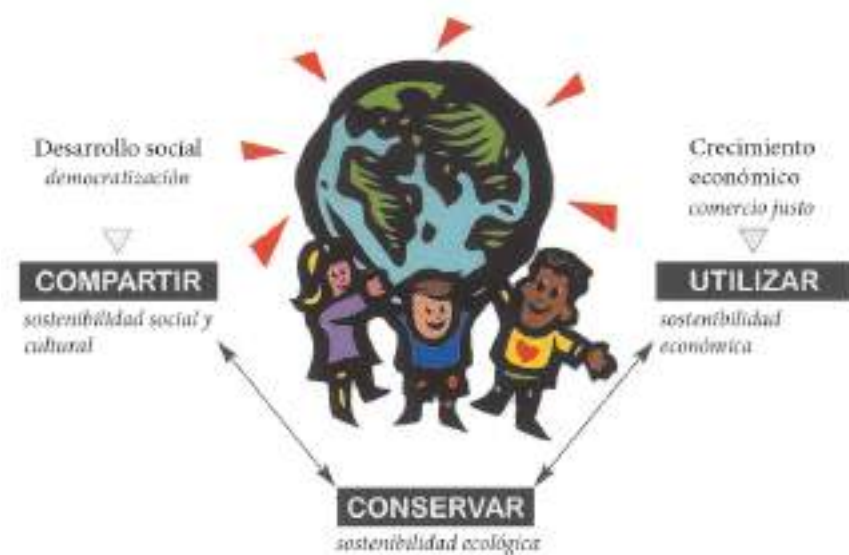
En Chile el trabajo en equipo es un discurso. No tenemos cultura de trabajo solidario, mancomunado o grupal. Por muchos motivos, entre ellos el modelo de desarrollo que nos aflige, que incentiva la competencia, el egoísmo, el trabajo individual y además nuestra atávica envidia, en que el éxito del vecino es visto como una «derrota personal». Por otro lado limita severamente la integración interdisciplinaria la escasa formación general de los investigadores y profesionales. Se echa de menos un conocimiento básico de amplio espectro que facilite el intercambio transdisciplinario de ideas y que ayude a detectar la necesidad o conveniencia de consultar con el especialista adecuado. Cuánta falta nos hace profesionales que primero hayan cursado un bachillerato en ciencias, que les permita adiestrar el pensamien-

to lógico, crítico y propositivo. La ignorancia del quehacer de los demás lleva a sobresimplificar la problemática ambiental, incurriéndose así en errores u omisiones importantes y en una trivialización del así llamado «debate ambiental». Esta incomunicación entre ciencias ambientales y profesionales silvoagropecuarios y del área productiva industrial, es la que estamos tratando de romper.

Peor aún son las comunicaciones entre la ecología aplicada y las ciencias sociales (e.g., sociología, ciencias políticas, economía, ciencias jurídicas) que son débiles y fraccionadas. Pero podrían reforzarse de manera importante si en las aproximaciones ecológicas se considerara más frecuentemente al ser humano como parte esencial del sistema natural. Aún cuando dichas comunicaciones existan, para que se produzca sinergia entre ambas, que vaya más allá que la pura suma o intercambio de información, la sociedad debe estar dispuesta a afrontar las consecuencias que emergen de dicha ecuación global de Ciencia Natural y Ciencia Social. De nada sirve tender puentes entre ambas ciencias si finalmente la información generada no se utiliza en forma adecuada, haciendo muy difícil concretizar iniciativas de desarrollo sustentable.

Ciencias Ambientales y gestión ambiental

En las últimas décadas, se han intensificado los procesos de sobreexplotación de los recur-



Pilares de la sustentabilidad de una sociedad.

Los recursos naturales, como consecuencia de la industrialización, del aumento de los patrones de consumo y producción, el acelerado proceso de urbanización, la incorporación de tecnologías no amigables con el ambiente, el aumento de la contaminación y el aumento de la demanda por espacios derivados del crecimiento demográfico. El marco de referencia conceptual para abordar los problemas ambientales, está dado por las ciencias ambientales, como una disciplina ya consolidada a nivel internacional.

Debido a la complejidad del ambiente, el estudio, comprensión y manejo, debe realizarse en forma integrada e interdisciplinaria, de tal manera de relacionar la mayor parte de los factores que componen el ambiente.

Un enfoque operacional corresponde a la gestión ambiental, entendido como un proceso continuo de acciones en el plano técnico, administrativo y político, destinadas a optimizar y equilibrar la protección ambiental, el uso público y el desarrollo económico, de tal manera que el patrimonio ambiental permita alcanzar una calidad de vida adecuada, todo ello dentro de las complejas relaciones económicas y sociales que condicionan dicho objetivo. Entre esas herramientas e instrumentos de la gestión ambiental, se encuentran las soluciones tecnológicas, el sistema de evaluación de impacto ambiental, la educación ambiental, los instrumentos económicos, el sistema de áreas silvestres protegidas, la negociación, los instrumentos de planificación, los sistemas de información geográfico, etc. Así las ciencias ambientales

son la disciplina referencial de la gestión ambiental y la base científica en la defensa del patrimonio natural y cultural.

PARA SABER MÁS

- ALTIERI M (1981) Agroecología. Editorial Solar, Santiago de Chile. 190 pp.
- CASTILLA JC (1999) La ciencia ecológica y su proyección en la sociedad. Revista Chilena de Historia Natural 72: 161-167.
- JAKSIC F (1997) Ecología, ecólogos y ciencias ambientales. Revista Chilena de Historia Natural 70: 177-180.
- MUÑOZ-PEDREROS & J RAU (2002) Ecología aplicada y ciencias ambientales. Gestión Ambiental 8: 3-10.
- NEBEL BJ & RT WRIGTH (1999) Ciencias ambientales. Ecología y desarrollo sostenible. Prentice Hall, sexta edición, México. 698 pp.

DEL TRIGO AL PINO

TRAYECTORIAS Y TRANSFORMACIONES TERRITORIALES DEL PAISAJE DE LA ARAUCANÍA

La trayectoria del paisaje de La Araucanía esta mediada por procesos de cambio/continuidad, los cuales han promovido la construcción de un tipo particular de paisaje que se ha expresado en distintos momentos de la historia regional y que ha modificado la naturaleza y cultura de la antigua Frontera.

Por Miguel Escalona Ulloa¹

Paisaje y transformaciones territoriales

El estudio del paisaje ha sido foco de interés para un sinnúmero de investigaciones y disciplinas quienes han desarrollado diversos enfoques y metodologías para su comprensión y análisis. De acuerdo a la literatura, la perspectiva fenomenológica ha predominado al momento de comprender el paisaje. Así, su énfasis a transitado desde una dimensión material en la cual predominan elementos objetivos y racionales, hacia una inmaterialidad donde el intelecto

no basta para percibir el paisaje, son los sentidos quienes nos permiten comprender aquellos elementos más subjetivos y simbólicos que forman parte de la cultura de una sociedad y que se encuentran integrados en el paisaje. En efecto, es la

sociedad a través de las prácticas y costumbres de sus actores quienes construyen el paisaje a partir de las interacciones que realizan en un lugar. Así la vivencia del paisaje resulta clave, ya que son las acciones cotidianas las que signan nuestro entorno y configuran cambios y continuidades en él. De acuerdo a Tim Ingold, «es a través de nuestra vivencia que el paisaje se convierte en una parte de nosotros mismos, tal como somos parte de él».

¹Licenciado, Magister y Doctor en Arquitectura y Estudios Urbanos. Profesor asistente del Departamento de Ciencias Ambientales asociado a la carrera de Geografía. Sus líneas de interés son la ecología política y las relaciones entre el paisaje, poder y sus transformaciones. Correo electrónico: mescalon@uct.cl

Trayectoria del paisaje de La Araucanía

El paisaje expresa el poder y los privilegios de ciertos grupos, constituyéndose en una representación silenciosa de las relaciones sociales, situación que puede observarse en la historia de la Araucanía, la cual ha estado directamente vinculada a los distintos grupos humanos, modos de vida y culturas que han habitado este espacio y transformado su paisaje producto de una serie de acciones y estrategias llevadas a cabo con el propósito de controlar y someter este lugar. Estos actos han quedado registrados en relatos y narrativas que junto con mostrar cómo se han ampliado las fronteras de extracción dando continuidad al proceso de acumulación, también permiten observar como emergen diferentes paisajes los cuales se van modificando en la medida que se construyen discursos referidos al 'progreso', la 'modernidad', el 'desarrollo'. Para comprender los cambios y continuidades del paisaje regional las perspectivas de la historia ambiental y la geografía cultural contribuyen a interpretar desde un enfoque crítico y disruptivo los acontecimientos que han influenciado sus modificaciones. En este sentido la ecología política histórica se constituye en un lente para observar, comprender y reflexionar sobre estos procesos.

¿Cómo era el paisaje de la Frontera Araucana?

La primera inquietud que surge al momento de reflexionar respecto a las transformaciones del paisaje es conocer el paisaje primitivo de la región. El Abate Molina en 1788 señala:

«Los araucanos habitan las feracísimas tierras situadas entre los ríos Biobío y Valdivia (...) son las más llanas, las más amenas y las más bien regadas de todo el reino (...) los araucanos dividen todo el largo de este país en cuatro Uthanmapu o Principados paralelos».

Durante el siglo XIX las ansias por conocer y descubrir las riquezas presentes en estas tierras darán lugar a una serie de expediciones y travesías, que tendrán como propósito penetrar en este territorio e instalar en él alguna actividad productiva que traiga consigo la modernidad. Situación que es posible observar en las siguientes descripciones:

«El árbol más abundante que ejerce un dominio universal en toda la extensión de las indicadas montañas, es el roble (...) su madera iguala en calidad a la de las encinas de Inglaterra y de Norteamérica».

Ignacio Domeyko, Araucanía y sus habitantes, 1846, pag. 17.

«Esta zona es ondulada (...) producen en los campos una vegetación que falta en otras partes, y a la vez forman numerosos arroyuelos (...) sobre las cimas de los cerros se ven antiguos robles y otros hermosos árboles que aumentan en número a medida que avanzamos».

Edmond Rehuél. Los araucanos o notas sobre una gira efectuada entre las tribus indígenas de Chile Meridional, 1853, p.89.

«Rauquenhue, mi tierra natal, está situada a orillas del Océano Pacífico. Al lado opuesto a este se halla un hualve cubierto de totora, el cual en ambos extremos comunica con el lago de Budi. En el lado de acá hay una porción de tierra rodeada de agua, la isla Huapi»

Ernesto Wilhelm de Moesbach. Vida y costumbre de los indígenas araucanos en la segunda mitad del siglo XIX, Santiago, Imprenta Universitaria, 1930, pag. 28 .

«La inseguridad proveniente de las continuas invasiones de los Araucanos ha exigido la formación de pequeñas poblaciones en la frontera, que sirvan de refugio a los habitantes de la campiña».

Censo general de la república de Chile. Santiago: Imprenta Nacional, 1865, pag. 4.

«El aspecto general de este vasto territorio es grandioso y encierra inmensos tesoros que con el tiempo harán de él una de las regiones más ricas y productivas de Chile»

Recaredo Tornero. Chile ilustrado. Guía descriptivo del territorio de Chile, de las capitales de provincia y de los puertos nacionales. Valparaíso: Librerías y agencias del Mercurio, 1872, pag. 356.

Algunos elementos comunes que son posible reconocer de las anteriores narrativas dicen relación con la transformación de la naturaleza en un 'recurso natural', enfoque propio de la época predominado por el cientificismo y la ilustración, donde no basta entonces con conocer aquellos lugares periféricos, sino, avanzar hacia un conocimiento que pueda pesquisar los recursos naturales y ponerlos a disposición de la economía nacional. Salvo la narrativa de Pascual Coña, las demás descripciones se posicionan desde un proceso de violencia epistémica asociada a la construcción del otro o bien diferencia cultural, es el caso del mapuche quien es visto como diferencia cultural o freno de la civilización, haciendo surgir como imagen social algo que no es. El paisaje requiere entonces ideas (saber) y acciones (dispositivos) que permitan su construcción, los cuales en el caso de La Araucanía se despliegan en momentos específicos de la historia regional y vinculado a economías políticas.

El paisaje del trigo (granero de Chile)

Sobre el paisaje 'originario' de la antigua frontera surge entonces el 'Granero de Chile' paisaje que se extiende desde mediados del siglo XIX hasta los primeros años del siglo XX. En este periodo las acciones realizadas por el Estado y los agentes socio-económicos permitieron lograr el control territorial de la antigua frontera mediante la usurpación de la tierra al pueblo mapuche. Con ello se impuso una nueva territorialidad a partir de la división política administrativa que fue necesaria para instalar el Estado-Nación chileno.

Las transformaciones ocurridas en este periodo en el paisaje de la frontera no son casuales, responde a circunstancias complejas que paso el país producto del cierre de los ciclos trigueros de California

(1848-1853) y Australia (1850-1857), esto hizo necesario la incorporación de nuevas tierras productivas para la explotación agrícola y en ese contexto la Frontera tenía grandes ventajas. Así lo indican algunas fuentes revisadas:

«Fúndense poblaciones en los parajes del territorio de los indígenas que el Presidente de la República designe, debiendo adquirirse por el Estado los terrenos de propiedad particular que conceptuare convenientes para este y objetos de la presente ley».

Ley de 1866. Sobre radicación y concesión de títulos de merced a los indígenas. Santiago, 4 de Diciembre de 1866.

«El sistema de civilización y subordinación (reducción) de los indígenas (...) consiste: 1.º en avanzar la línea de la frontera hasta el río Malleco; 2.º en la subdivisión y enajenación transferencia de los terrenos del Estado comprendidos entre Malleco y el Biobío; 3.º en la colonización de los terrenos que sean más a propósito».

Cornelio Saavedra. Documentos relativos a la ocupación de Arauco que contienen los trabajos practicados desde 1861 hasta la fecha. Santiago: Imprenta de la libertad, 1870, pag. 6.

«El departamento de Angol fue creado como territorio de colonización (...) se halla ocupado aún en su mayor parte por los indígenas, concentrándose la población civilizada en la región del norte que sirve de línea de frontera, protegida por una serie de fuertes escalonados».

Censo general de la república de Chile. Valparaíso: Imprenta del Mercurio, 1875, pag. 111.

«El establecimiento de molinero del señor Manuel Bunster es uno de los mejor montados (...) es de cilindros automáticos, pudiendo elaborar diarios hasta 200 quintales de harina de la mejor calidad. Posee alumbrado de luz eléctrica en todos sus departamentos».

Julio Mansoulet. Guía-crónica de la frontera araucana de Chile. Años 1892-93. Santiago: Barcelona, 1893, pag.11.

«Para las provincias que constituyen el territorio de la antigua Arauco, se buscaron colonos en el extranjero y se trajeron al país en condiciones que pudieran despertar en ellos el interés por el progreso del suelo que les brindaba junto con las expectativas de un futuro bienestar».

Memoria de la inspección general tierras y colonización. Santiago: Imprenta nacional, 1895, pag.7.

Para utilizar y explotar las fértiles tierras y prósperos valles que se encontraban en este confín fue necesario someter y controlar la población y sus tierras, luego explotarlas. Para ello la dictación de leyes que favorecían la fragmentación del territorio indígena y su conquista militar resultó fundamental. Esta se justificó en la construcción de un «saber» en torno a la fertilidad de la tierra y el augurio de prosperidad futura, de ahí entonces que a los dispositivos legales, militares se sumaran la fundación de fuertes, ciudades y provincias. Sólo a partir de estos actos, la elite económica del país podría invertir y traer el progreso rápidamente a este lugar, como es el caso de Bunster, con ello la figura del colono emerge como un agente civilizador y transformador del espacio, el cual posibilita que la producción de trigo generada por las provincias de La Frontera sea muy importante a nivel país (Tabla N°1) (Fotografía siguiente). Situación que traería profundos problemas ambientales por la sobreexplotación del suelo.

Años	Consumo	Exportaciones	Cabotaje	De la Frontera
1881-1885	1.750	1.352	400	700
1886-1890	1.750	882	450	750
1891-1895	1.950	1.455	500	1.200
1896-1900	1.950	739	500	600
1901-1905	2.000	385	600	700

Tabla 1. Producción de trigo y harina, 1840-1900.*Promedios anuales en miles de quintales métricos. Elaborada propia a partir de los antecedentes de Arnold Bauer, *Expansión económica en una sociedad tradicional: Chile central en el siglo XIX*. Santiago: Universidad Católica de Chile, 1970. p. 137.



Cosecha de trigo en Traiguén. Fuente: Memoria chilena

El paisaje del pino (oro verde)

La instalación de nuevos ciclos productivos asociados a actividades forestales, ganaderas y turísticas otorgaron cierta continuidad en la mercantilización de la naturaleza araucana durante el siglo XX. Todas estas acciones fueron modificando el paisaje para la llegada de un segundo proceso de transformación que vino de la mano con el desarrollo y expansión territorial del paisaje del 'pino', asociado a la actividad forestal.

La construcción de este paisaje también se vincula con el posicionamiento de un «saber» que estuvo dado por la inmensidad de los bosques nativos ubicados en estas tierras y también en la novedad de otros bosques que crecían en latitudes similares y que podrían ser efectivos para continuar con la colonización de La Araucanía y frenar las quemas favoreciendo con ello la conservación. Al respecto, es posible destacar algunas narrativas respecto al desarrollo forestal:

«Se han plantado en California en los últimos años nada menos que un millón de eucaliptus globulos, árbol tan famoso para secar los esteros, destruyendo la malaria al mismo tiempo (...) la madera del tronco sirve para hacer instrumentos de música, tubos y bombas»

El Campesino. Boletín de la sociedad nacional de agricultura, 1874, Vol. VI, No.2, pag. 40.

«Me pregunto si estoy soñando, si soy verdaderamente yo mismo quien se encuentra ante esta fabulosa vegetación»

Gustave Verniory. Diez años en Araucanía 1889-1899. Santiago: Pehuén, 2001. Contratapa.

«A cada paso, vemos desfilar, entre masas de verdura llenas de vida y de vigor, grupos de árboles destruidos y ennegrecidos por el roce, que han quedado en pie como protestando contra la barbarie de los nuevos ocupantes de la Araucanía y levantando los brazos al cielo en la crisis de una dolorosa agonía».

Isidoro Errázuriz. Tres Razas. Imprenta de la Patria: Valparaíso, 1892, pag. 15.

«Toda especie forestal citada crece en Chile un 30 al 50% más rápidamente, que en los países de origen, a causa de nuestro clima excesivamente adecuado para toda clase de cultivos de bosques, lo que constituye el mejor aliciente que puede tener el cultivador».

Federico Alberts. Los 7 árboles forestales más recomendables para el país. Santiago: Cervantes, 1909, pag. 9.

«La Asociación de madereros se fundó en Temuco poco después de la exposición de 1910. La industria estaba ejercida por 700 aserraderos».

Jubileo de la sociedad de fomento agrícola de Temuco (1918-1943). Padre Las casas: Imprenta San Francisco, 1943, pag. 27.

«Los plantíos de bosques artificiales existentes o los que se hagan en terrenos declarados o que se declaren forestales, estarán exentos de impuestos por un período de 30 años»

Decreto Ley N°265 del 26 de mayo de 1931.

«Salvo iniciativas de los últimos años de la Caja de Crédito Agrario y de la Caja Nacional de Ahorros (...) esta industria no ha contado sino con el crédito particular de los comerciantes (...) la Corporación otorgará préstamos controlados por intermedio de la Caja de crédito agrario».

Corporación de fomento de la producción. Plan de fomento industrial. Santiago: Imprenta universo, 1939, pag. 20.

«Solo quienes posean bosques de pino ubicados en esta región maderera que es la más importante de Chile conseguirán un cuantioso capital que los mantendrá cubiertos de todos los imprevistos económicos y de futuras depreciaciones monetarias».

Diario Austral, 07 de marzo de 1951, pag. 8.

«Presidente Pinochet: Plantar hoy significa asegurar el futuro».

Revista Chile Forestal, N°1, agosto 1975.

«Nosotros compramos Arauco, en primer lugar, porque nos hemos interesado más que nada en el bosque, ya que es en éste donde radica la ventaja que tiene el país»

Revista Chile Forestal, 1977, Año 3, No. 25, pag. 12.

«Héctor Llaitul denunció el actuar impune de los dos grandes grupos económicos que operan en el sector forestal, por una parte la filial Arauco de la familia Angelini y por otra parte la empresa Mininco (CMPC) de la familia Matte, poniendo énfasis en el proyecto MAPA que quiere convertir a Arauco en la segunda productora de celulosa del mundo»

Los bosques desde finales del siglo XIX estuvieron en la mira de la elite capitalista quienes transformaron el territorio para crear las condiciones necesarias para producir un paisaje propicio para el 'pino'. Sobre las grandes selvas y extensas superficies de bosque ubicadas en el centro sur de Chile se llevó a cabo una explotación indiscriminada del bosque nativo (700 aserraderos funcionando en 1910), es aquí donde se implementan dispositivos para la quema y tala del bosque con el propósito de instalar aquellas especies de rápido crecimiento.



Explotación del bosque en Carahue. Fuente: Memoria chilena

La legislación que se dicta y las instituciones que se crean con el objetivo de llevar al país a la industrialización (CORFO), también favorecieron que las plantaciones forestales ocuparan diversos espacios a nivel regional y se formaran empresas que obtenían alta rentabilidad. Por cierto que el boom forestal se da al momento de la llegada de la dictadura de Pinochet. El empuje dado a esta actividad en los primeros años de la dictadura fue trascendental para transformar la matriz productiva regional. Las empresas forestales CMPC, Forestal Arauco, INFORSA, MASISA fueron las encargadas de trasladar los productos del bosque a los grandes mercados internacionales. La celulosa, las maderas y otros derivados de la industria en los años venideros tuvieron una demanda importante que dinamizó aún más el mercado.

Este crecimiento no ha estado ajeno a profundas conflictos socioambientales que surgen principalmente por el cambio drástico del paisaje que ocurre en la región. Esto produce problemas a nivel social dados por la expulsión de la población que vive en el espacio rural y que es «tentada» económicamente a vender sus predios a las empresas forestales que se expanden cada vez más. El pueblo mapuche ha tomado este tema y lo ha puesto como una de sus consignas, dado que el crecimiento de esta actividad sobre las comunidades indígenas resulta perjudicial.

La construcción social de La Araucanía ha estado supeditada a la relación sociedad naturaleza. De ahí que el paisaje se transforme en una expresión de las transformaciones que ocurren a partir de esta relación. La emergencia del paisaje del trigo y del pino, permiten observar que en ellos se involucran factores materiales y simbólicos que están mediados por relaciones de poder que surgen de las elite económicas, políticas e intelectuales que a partir de un «saber» en torno a la modernidad o desarrollo económico agrícola/forestal, se validan dispositivos que modifican el territorio y las costumbres, situación que ocurre no de forma neutra ni casual, sino que hay alguien o algunos que «ganan» y otros que «pierden».

PARA SABER MÁS

- ALBERTS F (1909) Los 7 árboles forestales más recomendables para el país. Editorial Cervantes, Santiago de Chile.
- FU TUAN Y (2007) Topofilia. Un estudio de las percepciones, actitudes y valores sobre el entorno. Melusina, España.
- INGOLD T (1993) The Temporality of the Landscape. *World Archaeology* 25(2): 152-174.
- MANSOULET J (1893) Guía-crónica de la frontera araucana de Chile. Años 1892-93. Editorial Barcelona, Santiago de Chile.
- TORNERO R (1872) Chile ilustrado. Guía descriptivo del territorio de Chile, de las capitales de provincia y de los puertos nacionales. Librerías y agencias del Mercurio, Valparaíso.

EL SUELO

UN RECURSO EN CRISIS

Un recurso natural fértil, noble y resiliente, que ha sostenido inagotablemente la alimentación humana por miles de años, enfrenta en la actualidad una crisis grave

Por Paulo André Dumont¹

Situación global

La degradación de suelo es un tema global que al mundo le cuesta anualmente entre un 10-17% del Producto Interno Bruto y una pérdida de servicios económicos cercana a los US\$10,6 trillones. A este costo se suma la pérdida anual de suelo productivo erosionado,

estimada en US\$ 40 billones debido, en parte, al desarrollo de sistemas de producción innovadores que durante el siglo 21 han presionado y degradado suelos productivos afectando gravemente la prosperidad y salud de las personas. Así, en la actualidad, 1.500 millones de personas habitan y subsisten en suelos degradados (Figura 1).

suma la carencia de un marco normativo específico para este recurso, aun cuando existen regulaciones y programas para su protección. Por esta razón, el país está actualmente avanzando en desarrollar acciones que permitan su efectiva conservación. Esto cobra aún mayor relevancia al considerar que Chile alberga once de los doce Órdenes de suelos que existen en el mundo, debido principalmente a la gran diversidad climática que presenta el país. No obstante, cerca del 50% de la superficie nacional (37 millones de hectáreas) presenta algún grado de erosión de suelo, la cual aumenta de sur a norte,

¹ Biólogo en Gestión de Recursos Naturales. Doctor en Ciencias del Suelo. Profesor de edafología y conservación de suelos, geomorfología dinámica, manejo de cuencas, y restauración ecológica para las carreras de Geografía e Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Departamento de Ciencias Ambientales, Facultad de Recursos Naturales. Universidad Católica de Temuco. Correo electrónico: pdumont@uct.cl

Situación en Chile

Chile no está ajeno a los problemas de degradación del recurso suelo, siendo dominantes los procesos de erosión y desertificación por causa antrópica. A ello se



Figura 1. Signo de erosión severa de suelo improductivo por formación de una cárcava de carácter masiva. Fotografía: Frank Vassen.

siendo las regiones de Coquimbo, Valparaíso y O'Higgins aquellas con mayor deterioro de este recurso, con un 84%, 57% y 52% de su superficie erosionada, respectivamente. Por su parte, casi el 22% de la superficie de Chile presenta algún grado de riesgo de desertificación, abarcando cerca de 16,4 millones de hectáreas, afectando a aproximadamente 7 millones de personas (38% de la población, en 156 comunas de norte a sur del país).

Situación La Araucanía

Cerca del 30% de la superficie de La Araucanía presenta erosión ya sea ligera, moderada, severa y/o muy severa, representando aproximadamente a 900 mil hectáreas, afectando a casi 250 mil personas. Sin embargo, en varios lugares de la región el agente erosivo es por causas naturales, como es el caso de terrenos en la Cordillera de los Andes, donde la erosión geológica ha modelado el territorio varios miles de años. Respecto a las comunas más afectadas en la región, es posible destacar Purén (64%), Lonquimay (61%) y Puerto Saavedra (57%), mientras que las comunas de Lonquimay (150 mil ha), Lumaco (27 mil ha) y Los Sauces (25 mil ha) presentan la mayor superficie bajo las categorías de erosión «severa» y «muy severa» (en conjunto 200 mil hectáreas).

Definición y formación

El suelo es un ecosistema natural terrestre sobre el cual crecen y se desarrollan las plantas, y que nutre la vida en la tierra. Puede ser definido como una delgada capa mineral-orgánica que cubre la

superficie terrestre, y que es el resultado de la meteorización *in situ* de material rocoso (o mineral transportado por el viento, el agua o el hielo) y material orgánico animal y vegetal. Desempeña un rol clave en los ciclos biogeoquímicos y provee múltiples beneficios en innumerables procesos ecológicos denominados servicios ecosistémicos.

El suelo, por lo tanto, es el resultado final de la acción combinada de sus factores formadores: el material parental (roca madre), el relieve, el clima, los organismos, el tiempo y, por supuesto, el factor antrópico que en la actualidad mayor impacto genera (directa o indirectamente), frenando la tasa de formación de suelo y acelerando la erosión, en la mayoría de los ecosistemas terrestres.

Composición

La fracción mineral (inerte) del suelo está compuesta por tres tipos de partículas sólidas de tamaño decreciente: arena, limo y arcilla. La primera puede ser identificada a simple vista o con lupa; la segunda con lupa y/o microscopio; y la tercera sólo por medio de un microscopio electrónico de barrido. En cuanto a su geometría, la arena y el limo son partículas granulares, mientras que las arcillas (en su mayoría) son laminares. Esta propiedad laminar confiere a las arcillas su gran capacidad para absorber agua y nutrientes, a diferencia de las otras dos. La proporción de estas tres partículas en el suelo se conoce como la textura de suelo. En cuanto a la fracción orgánica, la diversidad y abundancia de vida contenida en el suelo, es mayor a cualquier otro ecosistema presente en la tierra. Es un hábitat frágil formado por el ensamblaje estratégico de bacterias, hongos, protozoos, nemátodos, artrópodos, anélidos, raíces y exudados de plantas, y secreciones de organismos. Cada gramo de suelo, por ejemplo, contiene aproximadamente 10 billones de individuos bacterianos y una diversidad que puede variar entre 4.000 y 50.000 especies de bacterias, dependiendo de factores edáficos tales como pH; nitrógeno; comunidad vegetal o uso de suelo; materia orgánica; y biomasa bacteriana (carbono orgánico del suelo, COS), que varían según la región geográfica y biomas terrestres.

Características diagnósticas

El efecto de las interacciones, pasadas y presentes, pueden observarse en el perfil de suelo en respuesta a la influencia de sus factores formadores. Existen tres componentes (ingredientes) esenciales que interaccionan entre sí, y que determinan las características de todo suelo (y de sus horizontes) en cualquier región del mundo.

Estas tres componentes son: materia orgánica, agua y oxígeno. La materia orgánica en conjunto con darle vida al suelo (y un color oscuro), provee los ácidos orgánicos encargados de «lavar» iones y partículas minerales al interior del suelo, por medio de un proceso denominado lixiviación. El agua, por su parte, es el medio para el transporte de estos ácidos, iones y partículas minerales hacia horizontes más profundos, mientras que el oxígeno es el agente que permite la respiración de la biota microbiana, permitiendo la degradación aeróbica de la materia orgánica. La sinergia de estos tres componentes (en sinergia con el material mineral parental de su ecosistema local), confieren, a los distintos suelos, sus características físicas, químicas y biológicas diagnósticas.

Erosión

La erosión es una enfermedad silenciosa, lenta y aparentemente contagiosa que afecta a los suelos del territorio chileno de norte a sur. La causa principal es la ausencia de cobertura vegetal, prevaleciendo condiciones de suelo desnudo que facilitan la acción erosiva de agentes naturales y antrópicos. En relación a esto último, a nivel global, las tasas netas anuales de formación de suelo fluctúan entre 0,01 y 7,7 mm anuales (0,1 - 77 ton ha⁻¹ año⁻¹) bajo condiciones naturales no antropizadas, mientras que las de erosión pueden duplicar o triplicar estos valores, dependiendo del porcentaje de cobertura vegetal y de las prácticas de manejo. Ambos recursos (suelo-vegetación) son inseparables pues mantienen laderas estables en cuencas hidrográficas. La ausencia de uno afecta la permanencia del otro en el paisaje, generando impactos negativos a nivel ecosistémico, no sólo en laderas con pendientes fuertes, sino también en valles y llanuras, debido a la sedimentación de partículas erosionadas. De este modo, el desprendimiento, el transporte y la sedimentación son las tres etapas fundamentales para la modelación del relieve y la nutrición de valles fértiles productivos. Sin embargo, la intervención del hombre, a través de sus prácticas intensivas de manejo, han acelerado el ritmo natural de transporte de partículas y con ello la degradación e incapacidad de recuperación natural de los ecosistemas. Aquí nace la erosión como un problema en la actualidad.

En 1929, el norteamericano Russell Smith, en su libro *La Agricultura Permanente*, luego de evidenciar que cárcavas de tres metros de profundidad eran el único paisaje que adornaba tristemente el recuerdo de una antigua agricultura fértil en un viaje por China, propone prácticas preventivas de manejo silvoagrícola estableciendo tres rangos de pendiente de una ladera (Tabla 1).

Por su parte, el chileno Victor Bianchi, en 1947, en su libro *Erosión, cáncer del suelo* vuelve a dar énfasis en la importancia de la

pendiente de las laderas como principal ángulo de ataque contra la erosión del suelo (Tabla 1), subrayando lo siguiente: *si se infringen estos sencillos preceptos, la erosión y la consiguiente pérdida del suelo vendrá tarde o temprano* (Figura 2).

Rango de pendiente		Recomendación
0 a 3%	Uso sin necesidad de terrazas ¹	Óptimo rendimiento en terrazas tipo mangu (en curva de nivel), ^{2,3}
Inferior a 5%	Uso de arado y sembrado sin riesgo de erosión ²	
6% a 10%	Debe ser cultivado y arado en curvas de nivel, o cultivos en fajas anchas*	
10% a 15%	Uso obligado de terrazas ²	
15% a 18%	Arado no permitido, sólo pastura o arboles permanentes ^{1,4}	
Mayor a 18%:	Ni arado ni pastoreo permitido. Sólo arbolado permanente, independiente del espesor de la capa vegetal del suelo ²	

Tabla 2. Recomendaciones de aprovechamiento racional del terreno según su pendiente.¹Smith (1929), ²Bianchi (1947). Pendiente: ³Smith (3-15%), ⁴Bianchi (15-18%).

Figura 2. Escorrentía superficial y formación de erosión en surco, en suelo arcilloso compactado de pendiente moderada, previo a labores de cultivo de maíz de otoño. Fotografía: Peter Scharf.





Figura 3. Etapas sucesionales de degradación de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo a causa del uso intensivo de prácticas no controladas como el arado, las quemas, la tala, la maquinaria agrícola, el pastoreo, entre otras.

En este sentido, el investigador, expone la teoría de William Vogt (del libro *El hombre y la tierra* de 1944), sobre el misterio de la desaparición de los Mayas en el Istmo de Yucatan.

Cuando los indios empezaron a sembrar su maíz en las laderas de sus cerros, la lluvia y el viento lavaron el suelo que perdió así su capa vegetal. Con ella se hundió la más importante cultura nacida en el Nuevo Mundo, anterior a la egipcia y tan desarrollada como la faraónica. El mal cultivo de la tierra destruyó la posibilidad de que América se convirtiera en cuna de la civilización mundial.

Entonces, ¿cómo identificamos la degradación del suelo en sus primeros estadios? ¿Qué prácticas de manejo previenen la degradación? ¿Son las cárcavas el único signo de malas prácticas de manejo? Frente al problema de la erosión, no debemos actuar sólo ante la presencia un surco o una cárcava. Un suelo bajo prácticas de manejo deficiente experimenta cambios físicos, químicos y biológicos sutiles que hoy en día son posibles de detectar tempranamente mediante diversas técnicas y metodologías de muestreo. Así mismo, existe un sinnúmero de prácticas de manejo preventivas, no sólo ante escenarios negativos. Por ejemplo, si hay bajos niveles de materia orgánica, sería recomendable restringir el acceso de



Ladera con evidentes signos de erosión laminar y procesos de reptación producto de la tala de bosque nativo y posterior pastoreo intensivo en suelos delgados de la comuna de Los Sauces en la Región de La Araucanía, Chile.

Fotografía: Andrés Muñoz-Pedrerós.

maquinaria, prohibir las quemas y/o la labranza. En ocasiones los cambios son inmediatos, en otros son sutiles. De todas formas, de no respetarlas ocurrirá una cadena de efectos como las descritos en la Figura 2.

En un ecosistema con erosión severa, la pérdida de biodiversidad comienza con pequeños cambios físicos, químicos y biológicos en el suelo (generalmente en respuesta a una alteración como es el cambio de uso de suelo). El suelo, sin embargo, es resiliente (*resiste* la presión) y no muestra signos a la vista, dando la impresión que *todo anda bien*. Sin embargo, una década más tarde, la erosión se vuelve casi irreversible a corto plazo.

Bianchi concluye diciendo

...lo que ya sabemos sobre Chile concuerda en forma muy precisa con lo que comprobaron los investigadores de Norteamérica y el Viejo Mundo, en donde la concordancia presenta un sombrío panorama para las tierras chilenas y anuncia un futuro aún peor para muchos de los campos donde el arado abre surcos en una tierra aún llena de vitalidad.

Luego de setenta años de arduo trabajo científico, Chile actual cuenta con información del estado de la erosión en casi todo el territorio nacional, contribuyendo hacia el conocimiento de los suelos por región y la seguridad alimentaria nacional.

Russel Smith, noventa años atrás, fue promotor de prácticas silvoagrícolas sustentables: «Los valles planos serán arados, pero

las laderas serán productivas con árboles frutales y les darán protección a estas; una forma de agricultura permanente». Desde luego, el desarrollo industrial de la época del autor era más precario que el actual, por lo que las cosechas eran en pendientes medias o bien se cosechaban a mano. El autor hacía referencia a que los frutales en laderas eran idealmente plantados respetando ciertos criterios de sustentabilidad, como, por ejemplo, paralelos a la curva de nivel y/o cosechados a mano en sistemas de policultivos con prácticas agroecológicas ambientalmente amigables. En Chile actual, sin embargo, los frutales son plantados a favor de la pendiente (e inclusive en pendientes sobre 45%) para favorecer sistemas de cosecha con maquinaria moderna en sistema de monocultivo intensivo de alta demanda hídrica, característicos de la agricultura tradicional.

PARA SABER MÁS

- MMA (2017). Tercer Reporte del estado del Medio Ambiente - Suelos. Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile.
- Miranda, F. (2018). Erosión de Suelos y Crisis Hídrica: Las sombras del modelo agroexportador del Palto. Ed. Fundación Terram.
- FAO & ITPS (2015). Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy
- CIREN (2010). Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile. Región de La Araucanía. <http://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/123456789/2016>

BOSQUES DE LA ARAUCANÍA

SILVICULTURA PARA SU PERSISTENCIA Y ESTABILIDAD FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

En La Araucanía aún existen 964 mil hectáreas de bosques nativos y es preocupante sus estados de conservación, por lo que necesitan ser gestionados en base a nuevos paradigmas y amenazas como el cambio climático.

Por Celso Navarro Cárcamo¹

Bosques de La Araucanía: clasificación y superficie

Los bosques albergan la mayoría de las especies en la tierra y proporcionan valiosos bienes y servicios ecosistémicos a la humanidad, incluidos alimentos, fibra, madera, medicinas, agua, y moderación

climática, incluyendo valores estéticos y espirituales. Para el año 2015 la superficie de bosques en el mundo alcanzaba los 4.000 millones de hectáreas aproximadamente. De este total, 3.700 millones (93%) equivalen a bosques naturales mientras que el restante (7%) son plantaciones forestales, generalmente utilizadas con fines comerciales.

19,04% del territorio nacional, y 3,08 millones de hectáreas es ocupada por plantaciones forestales, es decir, el 4,07% de superficie. La superficie total de bosques nativos en áreas silvestres protegidas (SNASPE y privadas) alcanza a 4,9 millones de hectáreas, es decir, el 35% del bosque nativo chileno. (Figura 1).

¹ Ingeniero Forestal. Magíster en Ciencias. Doctor en Recursos Naturales y Gestión Sostenible. Profesor de silvicultura del bosque nativo y manejo de cuencas para la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Departamento de Ciencias Ambientales, Facultad de Recursos Naturales. Universidad Católica de Temuco. Correo electrónico: cnavarro@uct.cl

La superficie cubierta de bosques en Chile representa el 23,3% del territorio nacional con 17,6 millones de hectáreas; de éstas el bosque nativo alcanza 14,4 millones de hectáreas, lo que representa el

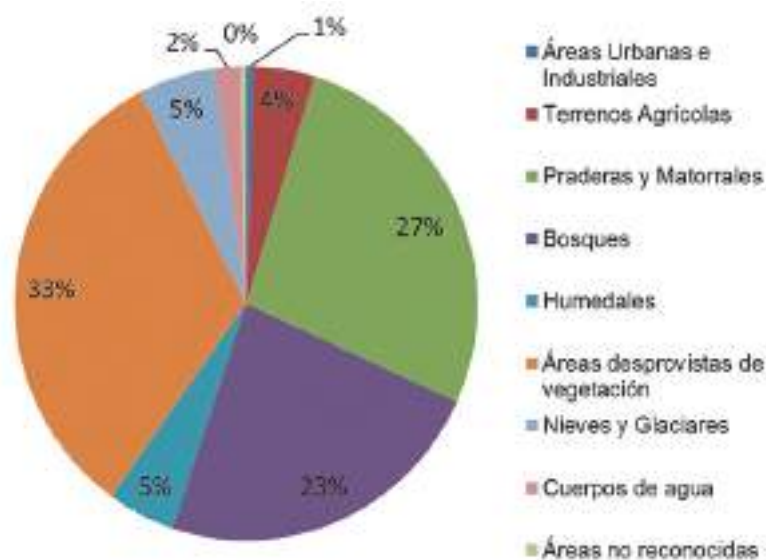


Figura 1. Uso del suelo en Chile año 2017 (CONAF 2017).

El bosque nativo chileno está compuesto por diversas formaciones vegetacionales que se concentran en la zona centro-sur del país. En el norte se presentan las denominadas formaciones xerofíticas y en la zona centro-sur los bosques nativos conocidos como los bosques templados y templados lluviosos. Dadas las condiciones particulares de aislamiento geográfico del territorio nacional, estos bosques presentan un alto grado de endemismo.

La importante porción del territorio cubierta por bosques nativos y formaciones xerofíticas, ha sido descrita y tipificada, existiendo en el país diversas clasificaciones de las comunidades forestales. La más utilizada es la especificada en la normativa legal forestal vigente, donde se definen para Chile 12 Tipos Forestales conforme al Decreto Supremo N°259, de 1980, del Ministerio de Agricultura.

Esta tipología, que tiene más de tres décadas de existencia, es una simplificación práctica de la enorme diversidad de condiciones de los bosques naturales, y que ha permitido regular el uso de estos recursos, siendo además la base de clasificación para los sistemas de monitoreo forestal del país. La distribución de los tipos forestales posee también gradientes de transición entre los diferentes tipos, donde las especies predominantes van cambiando conforme se modifican las condiciones ambientales según latitud, altitud y perturbaciones antrópicas.

La vegetación arbórea de la Región de La Araucanía alcanzan una cifra de 1,6 millones de hectáreas, de las cuales 964 mil hectáreas son bosques nativos y 632 mil hectáreas son plantaciones, principalmente de *Pinus radiata*, y *Eucalyptus nitens* y *E. globulus*. Los Tipos Forestales presentes en la Región de La Araucanía son:

Araucaria, Lenga, Coigüe-Raulí-Tepa, Roble-Raulí-Coigüe, Ciprés de la Cordillera, Siempreverde y Esclerófilo. El 16% de los bosques están en el sistema nacional de áreas silvestres protegidas del estado (SNASPE), destacando Araucaria con el 36%, Lenga el 30% y Coihue-Raulí-Tepa con el 18% (Tabla 1, 2 y Figura 2).

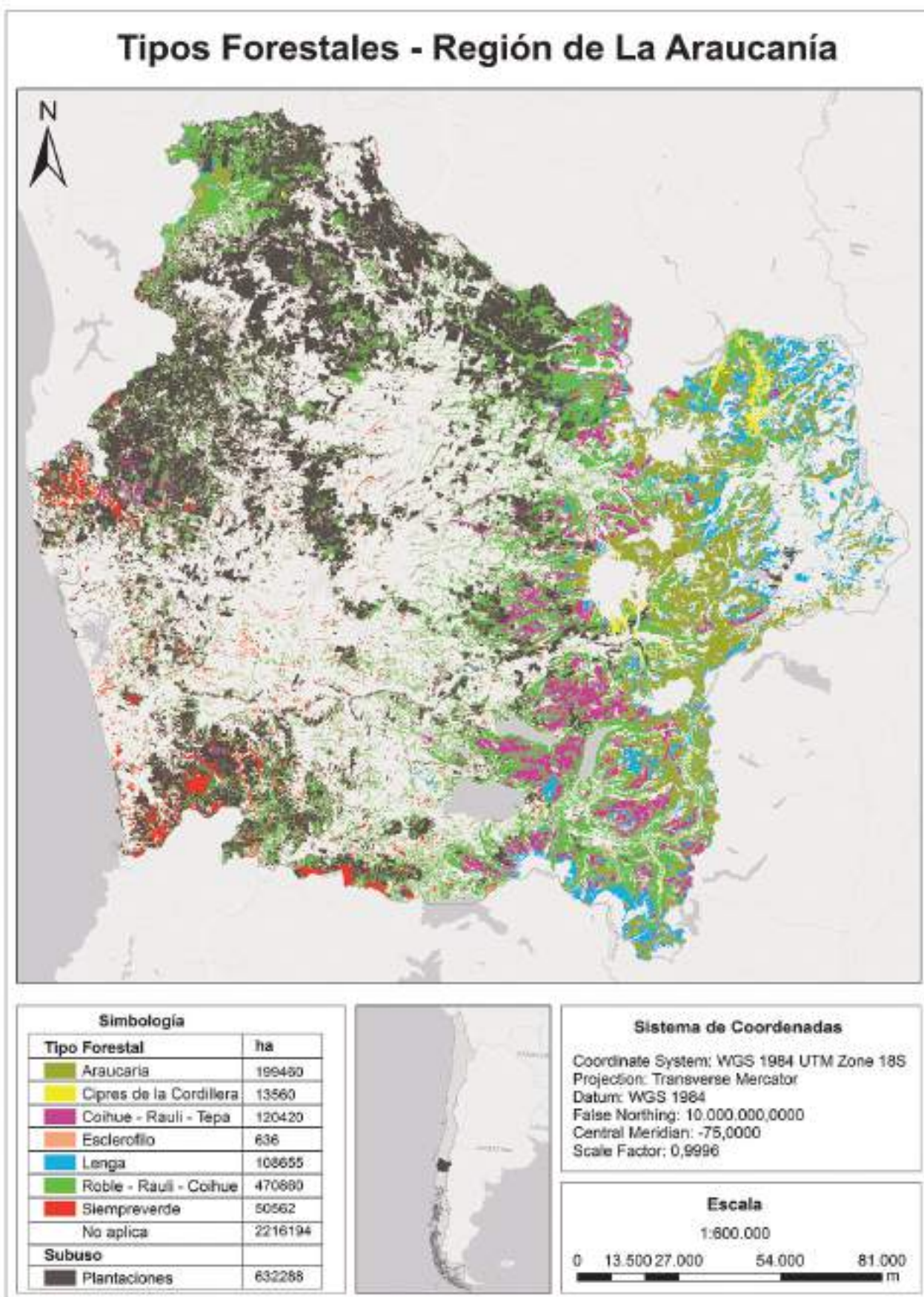


Figura 2. Mapa de los bosques de la Región de La Araucanía (Fuente CONAF 2017).

TIPO FORESTAL	DEFINICIÓN LEGAL	ESPECIES PRINCIPALES DEL TIPO	DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA
Esclerófilo Subtipos: • Espinal. • Rodales de especies arbóreas esclerófilas. • Bosques hidrófilos de quebradas.	Es aquel que se encuentra representado por la presencia de, a lo menos, una de las especies que a continuación se indican, o, por las asociaciones vegetales propias de la zona conocida como Mesomórfica o Mediterránea de Chile.	Quillay, Litre, Peumo, Espino, Maitén, Algarrobo, Belloto, Boldo, Bollén, Molle y otras especies de distribución geográfica similar a las ya indicadas.	Cordillera de la Costa: entre los 30° 50' S (sur del río Limaní) y los 36° 30' S por la (río Itata). Llano Central: entre los 30° 50' S y los 37° 50' S (río Malleco). Cordillera de los Andes: entre los 32° S (Los Vilos) y los 38° S (Collipulli).
Ciprés de la Cordillera	Es aquel que se encuentra en forma pura o asociado con otras especies, representado a lo menos por 40 individuos de la especie por hectárea, cada uno de dos metros de altura.	Ciprés de la Cordillera, <i>Nothofagus</i> (Roble, Hualo, Coigüe); Maitén, Boldo, Avellano, Ñirre.	Cordillera de los Andes: Entre los 34° 35' hasta el 38° S, luego vuelve a aparecer entre los paralelos 42° y 44° S.
Araucaria	Es aquella agrupación arbórea o arbustiva en que exista a lo menos un individuo de esta especie por hectárea.	Araucaria, Lenga, Ñirre, Coigüe, Raulí, Roble.	Cordillera de Nahuelbuta: en dos poblaciones relativamente pequeñas: La más septentrional entre los 37° 40' y los 37° 50' S y entre los 1000 y 1400 msm. La más meridional, cubriendo alrededor de 1.000 ha. en los 600 m. de altitud y los 38° 40'. Cordillera de los Andes: Entre los 37° 27' S y los 40° 48' S.
Roble-Raulí-Coigüe Subtipos: • Subtipo renoval y bosque puro secundario. • Subtipo remanentes originales. • Subtipo bosques degradados.	Es aquel que se encuentra representado por la presencia de cualquiera de las tres especies o una combinación de ellas, constituyendo la asociación o cualquiera de ella más del 50 % de los individuos por hectárea con un diámetro no inferior a 10 cm a 1,30 m de altura.	Roble, Raulí, Coigüe, Laurel. Lingue, olivillo, Ulmo, Avellano Tineo, Trevo, Mañío, Tepa.	Cordillera de la Costa y Cordillera de los Andes: Entre el paralelo 36° 30' S (Río Ñuble, Itata) y el paralelo 40° 30' S, entre los 100 y 1.000 msm.
Lenga Subtipos: • Bosques achaparrados y krummholtz de Lenga. • Bosques de Lenga puro. • Bosques mixtos de Lenga-Coigüe.	Es aquel que se encuentra en forma pura o asociado con otras especies, representados a lo menos, por un 50 % de individuos de la especie por hectárea.	Lenga, Ñirre, Roble, Coigüe, Araucaria, Raulí, Coigüe de Chiloé, Coigüe de Magallanes.	Cordillera de los Andes: Entre los 36° 50' hasta el 56° S.
Coigüe-Raulí-Tepa	Es aquel que se encuentra representado por alguna combinación de las especies señaladas, con excepción del caso en que Coigüe o Raulí constituyen más del 50 % de los individuos por hectárea.	Coigüe, Raulí, Tepa, Trevo, Tineo, Mañío de hojas cortas.	Cordillera de los Andes: desde aproximadamente los 37° S hasta los 40° 30' S. Cordillera de la Costa: desde los 38° a los 40° 30' S, esencialmente en su vertiente occidental.
Siempreverde Subtipos: • Ñadí. • Olivillo Costero. • Siempreverde con intolerantes emergentes. • Siempreverde de tolerantes. • Renovales de Canelo.	Es aquel que se encuentra representado en su estrato superior o intermedio por la siguiente asociación de especies:	Coigüe, Coigüe de Chiloé, Coigüe de Magallanes, Ulmo, Tineo, Tepa, Olivillo, Canelo, Mañío de hojas punzantes, Mañío de hojas cortas, Melí, Luma, Pitra.	Cordillera de los Andes: Entre los paralelos 40° 30' y 47° S. Cordillera de la Costa: Desde los 38° 30' hasta los 47° S.
Coigüe de Magallanes Subtipos: • Mixto perenni-caducifolio. • Coihue de Magallanes puro.	Es aquel que se encuentra en forma pura o asociado con otras especies, representado a lo menos, por un 50 % de individuos de la especie por hectárea	Coigüe de Magallanes, Lenga, Coigüe, Tineo, Mañío sp., Canelo, Maitén de Magallanes, Notro, Ciprés de las Guaitecas.	Desde los 47° hasta los 55° 30' S en las islas, archipiélagos y áreas costeras de la región de Magallanes, limitando hacia el oeste con el Océano Pacífico y presentándose hacia el este como bosque transicional hacia el bosque caducifolio de Lenga. Cordillera de los Andes: muy ocasionalmente desde los 40° 30' S.

Tabla 1. Tipos Forestales para los bosques nativos de Chile presentes en la Región de La Araucanía (Donoso 1981).

TIPO FORESTAL	TOTAL	SNASPE	NO SNASPE
Araucaria	199.460	71.664	127.796
Ciprés de la Cordillera	13.560	1.061	12.499
Coigüe-Raulí-Tepa	120.420	21.250	99.170
Esclerófilo	636	0	636
Lenga	108.655	33.112	75.543
Roble-Raulí-Coigüe	470.860	27.031	443.829
Siempreverde	50.562	91	50.471
TOTAL	964.153	154.209	809.944

Tabla 2. Superficie de los tipos forestales en la Región de La Araucanía.

Estado de los bosques de la Región de La Araucanía

Parte importante de los bosques de La Araucanía, son clasificados como bosques densos y semidensos, en términos de cobertura del dosel arbóreo; sin embargo, la escasa regeneración establecida en algunos de ellos, la ausencia de multiestratos, debido a las extracciones de madera sin criterios de conservación y de manera ilegal, los largos ciclos de semillación de algunas especies, las extracciones no sostenibles de semillas comestibles, el daño a la regeneración por el ramoneo y los daños mecánicos causada por fauna doméstica e introducida, entre otros factores, afectan de manera preocupante el estado de los bosques. A esto se le suma el riesgo del cambio climático y la interrogante sobre la capacidad de resiliencia de estos ecosistemas. En síntesis, la cobertura o un paisaje con árboles no es indicador del estado de salud de nuestros bosques. No obstante, existen vastas superficies disponibles sin limitaciones para su fomento productivo con base ecológica y en otras se requieren acciones prioritarias para su recuperación, es decir, los bosques nativos hoy más que nunca requieren ser gestionados en base a nuevos paradigmas.

La convergencia de distintas formaciones vegetacionales por la variabilidad climática y edáfica, le otorgan a esta zona geográfica una riqueza única de especies vegetales, registrándose más de 400 especies de flora. En la Región de La Araucanía el tipo forestal siempreverde encuentran su límite norte y el tipo forestal Esclerófilo su límite sur; por su parte los renovales de roble-raulí-coigüe y los bosques de araucaria alcanzan su mejor expresión en términos de superficie y crecimientos a nivel país.

Las estadísticas de los bosques incorporan atributos de altura y de cobertura de copas, en base a las especies arbóreas intolerantes o

semitolerantes presentes en los distintos tipos forestales. Una de las características notables de los bosques de La Araucanía son las dimensiones que alcanzan algunas de las especies, con árboles de más de 40 metros de altura y varios metros de diámetros, como por ejemplo la araucaria, coihue, roble y raulí; son evidencia de la historia de la humanidad y de su clima (Figura 3).

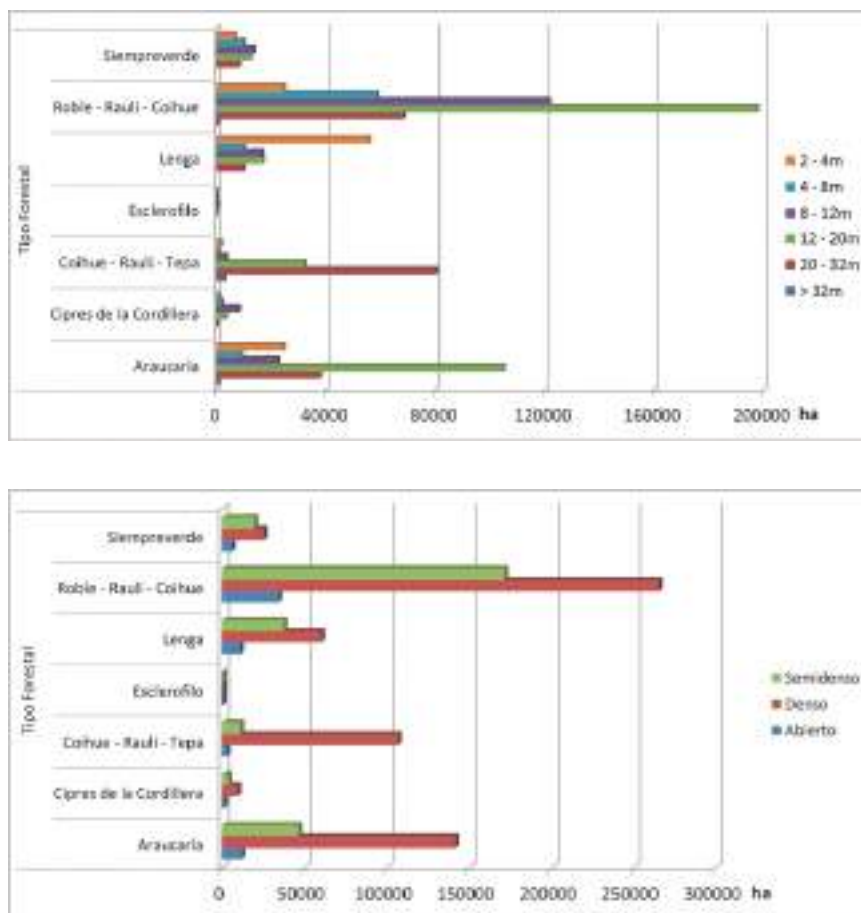


Figura 3. Estado de los bosques de la Región de La Araucanía por tipo forestal: clase de altura (arriba) y clase de cobertura (abajo). (Denso mayor a 75%, semidenso 50 a 75% y abierto 25 a 50% de cobertura de copa).

Los bosques de la Región de La Araucanía se caracterizan por presentar diferentes estados de desarrollo; bosques adultos y bosques jóvenes denominados renovales o de segundo crecimiento, que se establecen posterior a eventos catastróficos que eliminaron los bosques adultos. Son la evidencia de nuestra historia reciente, como los son las alteraciones antrópicas (incendios, habilitación de terrenos ganaderos y agrícolas posteriormente abandonados, bosques adultos explotados sin criterios de conservación) y desastres naturales (deslizamientos de tierra y erupciones volcánicas).

Los bosques dominados por roble-raulí y coigüe se encuentran principalmente en estado de desarrollo de renewal o bosques jóvenes de segundo de crecimiento y representan el 50% de los bosques nativos de los bosques de La Araucanía; mientras que los bosques adultos representan el 25 por ciento de los bosques de nuestra Región y destacan los bosques de Coihue-Raulí-Tepa y los bosques de Araucaria (Figura 4 y fotografías siguientes).

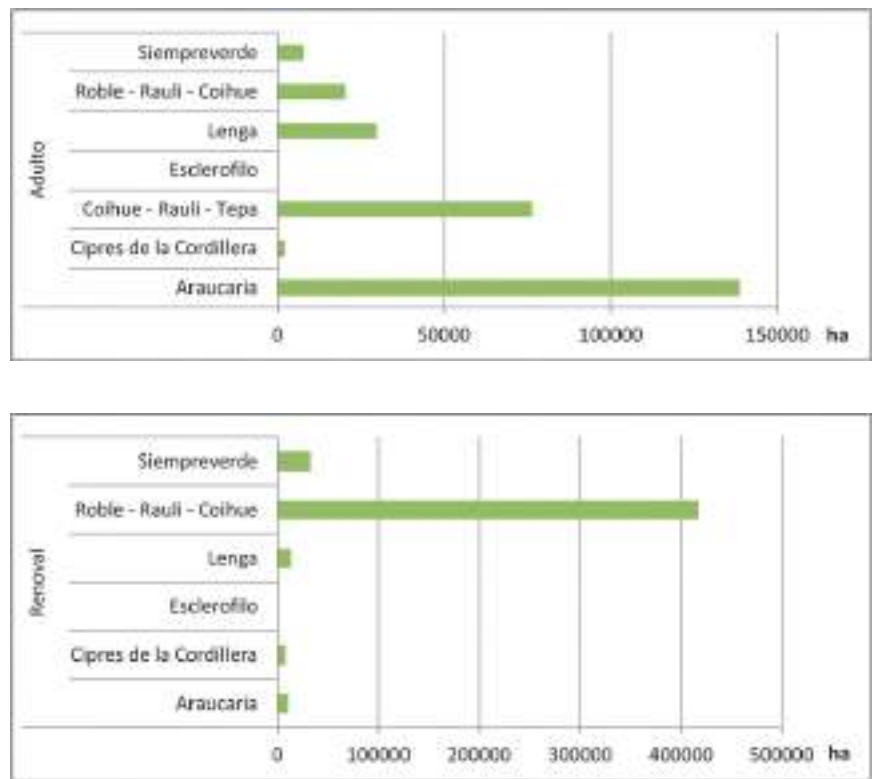


Figura 4. Superficie de bosques nativos de la Región de La Araucanía según estado de desarrollo: bosque adulto y renovál.



Bosques adultos de coigüe-raulí y tepa.

Flora de los bosques de la Región de La Araucanía

Estudios desarrollados por la Facultad de Recursos Naturales de la Universidad Católica de Temuco (Proyecto INNOVA CORFO 11BPC-10164) determinó que la flora total registrada en la Región de La Araucanía comprende 380 especies, distribuidas en ocho Briófitos (2,1%), 35 Pteridófitos (9,2%), seis Gimnospermas (Pinófitas) (1,6%), 276 Dicotiledóneas (Magnoliopsida) (72,6%) y 55 Monocotiledóneas (Liliopsida) (14,5%). Esta distribución taxonómica se puede considerar normal ya que las dicotiledóneas y monocotiledóneas, dentro de las plantas vasculares, son las con mayor número de especies en el mundo.

El mayor número de especies se observó en los bosques con presencia de especies siempreverdes (bosques de lingue-roble con tolerantes siempreverdes (10) y bosques siempreverdes de ulmo-olivillo y lingue (11)). Mientras que los bosques de la alta cordillera de Los Andes con presencia de Araucaria (1, 2, 3 y 4), presentaron el menor número de especies (Figura 5 A).



Bosques adultos de araucaria.



Paisaje de bosques renovales de roble-raulí y coihue.



Bosques de araucaria y *Nothofagus*.

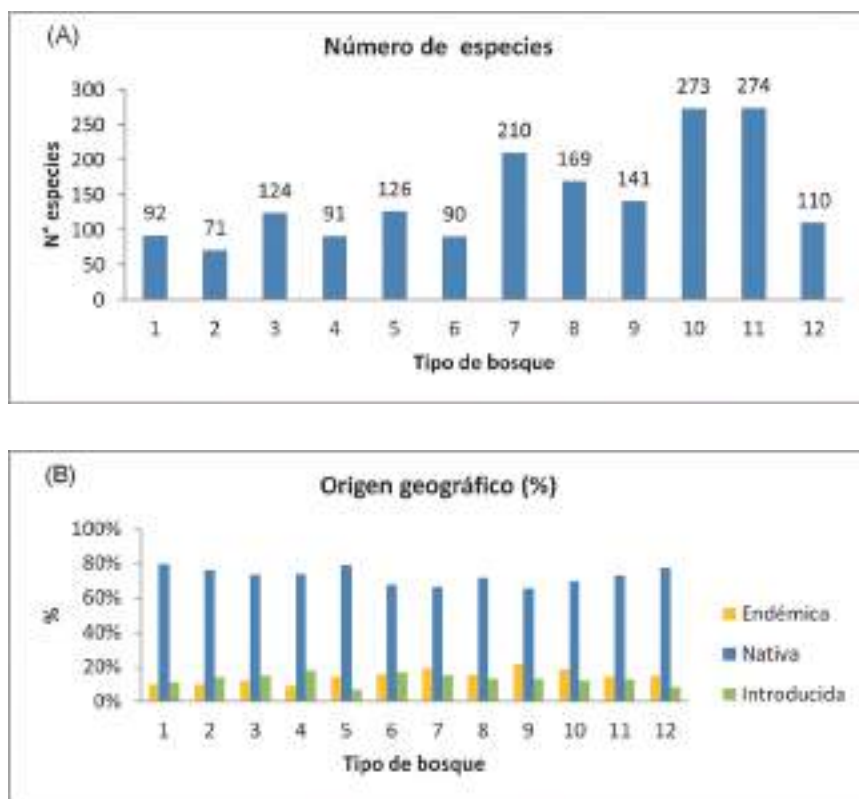


Figura 5. Número de especies (A) y origen geográfico (B) por estación en la Región de La Araucanía. Donde: 1: Araucaria - Lenga/ 2: Lenga - Canelo enano/ 3: Lenga - Araucaria - Coigüe/ 4: Ñirre - Araucaria/ 5: Araucaria en la Cordillera de la Costa/ 6: Lleuque - Ciprés de la cordillera/ 7: Raulí - Roble - Coigüe/ 8: Tepa - Raulí - Coigüe/ 9: Siempreverde de Mañío hembra y Tepa / 10: Lingue - Roble con tolerantes siempreverdes/ 11: Siempreverde de Olivillo, Ulmo y Lingue/ 12: Temu - Pitra.



Renovales de roble-raulí y coigüe.

Respecto del origen fitogeográfico se determinó que el 68,4% de las especies (260 spp.) son nativas, el 20,8% son endémicas (79 spp.) y el 10,8% introducidas (41 spp.). El estado de conservación de las especies registradas, la mayoría de ellas no presenta problemas de conservación, determinándose 31 spp. (8,1%) con problemas para la región de La Araucanía; de ellas, 15 en la categoría de "«Vulnerables», ocho «Casi Amenazadas», cuatro «Insuficientemente Conocidas», dos en la categoría de «En Peligro», como es el caso de *Berberidopsis corallina* (michay rojo) y *Lapageria rosea* (copihue), y dos en la categoría de «Raras», correspondientes a *Myrceugenia leptospermoides* (macollo) y *Orites myrtoidea* el radial enano (Figura 5 B).

Silvicultura y cambio climático

La biodiversidad forestal se puede considerar en diferentes niveles: ecosistema, paisajes, especies, población y genética. El nivel de complejidad de estructura de un bosque es fundamental para proveer servicios. Estos servicios incluyen la filtración y el almacenamiento de agua, el secuestro de carbono de la atmósfera, la recreación y numerosos beneficios culturales, sociales y económicos que brindan. Se estima que alrededor del 80% de las personas en los países en desarrollo dependen de medicinas tradicionales, y hasta la mitad de estas sustancias medicinales provienen de plantas, principalmente de bosques tropicales. Los bosques naturales son uno de los depósitos de carbono más importantes y estables; se estima que las emisiones resultantes de la deforestación contribuyen hasta en un 20% a las emisiones mundiales anuales de gases de efecto invernadero. Al mismo tiempo, los bosques son esenciales para la adaptación al cambio climático. La forma en que se gestionan los bosques puede afectar a su papel futuro en el mantenimiento de la variación genética y taxonómica, las funciones de los ecosistemas y los servicios medioambientales.

El 50% de la superficie de la Región de La Araucanía son vegetación arbórea y un tercio son bosques nativos, éstos requieren ser monitoreados y gestionados, ya sea, para su preservación en el caso de los parques nacionales y áreas silvestres privadas y otros conservados, orientados a satisfacer las demandas de bienes de la sociedad, lo cual no es excluyente de la provisión de servicios ecosistémicos. En el contexto del cambio climático y la consiguiente mayor incidencia de peligros naturales, la función de protección del suelo y el agua de los bosques y los árboles es cada vez relevante. Para el mantenimiento y la sostenibilidad de esta función, el manejo forestal a través de un enfoque de cuencas (paisaje) es prioritario; este concepto incorpora en la gestión todos los recursos naturales disponibles de manera integral y establece un vínculo entre la gestión de los recursos naturales y la mejora de los medios de vida,

porcionando un marco para organizar diferentes usos de la tierra. El manejo de las cuencas hidrográficas contribuye a la reducción de los riesgos de peligros naturales, como los deslizamientos de tierra, degradación de los suelos, las inundaciones locales y crea resiliencia local contra el cambio climático, así como opciones de adaptación.

En este contexto, las actividades silviculturales deben prevenir la degradación de los suelos y proteger las cuencas hidrográficas, así como, aumentar la producción económica del sitio mediante estructuras de bosques de mayor valor para la sociedad, que permita proveer de bienes y servicios a perpetuidad. Para ello es fundamental hoy en día, promover sistemas silviculturales que generen estructuras resilientes al cambio climático, con la mayor biodiversidad y productividad posible, tanto para recuperación de los bosques degradados como para el fomento de los bosques productivo maderable y no maderables.

Una de las principales razones de la deforestación y degradación de los bosques nativos en Chile en las últimas décadas es el hecho que la sociedad no ha sido capaz de reconocer explícitamente los beneficios de los bosques a través de la respectiva provisión de bienes y servicios ambientales. Chile posee un recurso forestal nativo muy diverso con potencial para proveer una gama de bienes y servicios que demanda la sociedad. Esta situación, por si sola, ya constituye una gran oportunidad económica para el manejo de los bosques nativos.

Chile, a través de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), ha diseñado la estrategia nacional de cambio climático de los recursos vegetacionales (ENCCRV) para cumplir con los compromisos adquiridos a nivel internacional (Acuerdo de París y la consignación de la contribución nacional determinada (INDC sigla en inglés). La contribución específica INDC del Chile para el sector uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) considera el manejo sustentable y recuperación de 100.000 hectáreas de bosque nativo y forestar 100.000 hectáreas al año 2030 con especies nativas.

En concreto implica, en el ámbito de adaptación, reducir la vulnerabilidad asociada al riesgo de degradación de las tierras a través del manejo de los recursos vegetacionales, mediante la intervención de al menos 264 mil hectáreas, de forma directa entre los años 2017 y 2025; y en el ámbito de la mitigación reducir las emisiones de GEI (Gases de Efecto Invernadero) asociadas a la degradación y deforestación en un 20% al año 2025, en base a las emisiones del período 2001-2013, así como aumentar la capacidad de los recursos vegetacionales como sumideros de carbono.



Bosques de araucaria.

La presión de uso de los bosques nativos aumenta de manera exponencial a nivel mundial, la demanda mundial por madera no será satisfecha solo con plantaciones, las tendencias del consumo son crecientes. El uso de la biomasa para energía representa la mitad de la madera extraída a nivel mundial y se concentra en los países y en los sectores de menores ingresos, muchas veces de manera informal e ilegal. Los usos sociales, alimentarios, de protección y de servicios a la humanidad de los bosques, requiere compatibilizar las múltiples demandas de la sociedad, con planificaciones territoriales a nivel de paisaje donde la cuenca debe ser la unidad operativa. Esto requiere diseñar instrumentos de manejo de bosques que respondan a este profundo y complejo desafío, donde la silvicultura y los sistemas propuestos cobran un rol estratégico para la sociedad global.

Resulta relevante entonces frente a la realidad de la presión de uso de la humanidad hacia los bosques nativos, y que nuestra región de La Araucanía no está exenta, enfrentar estos desafíos, diseñando modelos de manejo de la complejidad, como lo plantean algunos autores como Messier et al. 2014, en el libro «Manejo de Bosques como Sistemas Adaptativos Complejos, para construir resiliencia para el cambio global».

PARA SABER MÁS

- CONAF (2017) Bosque Nativo.
Disponible en: <http://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosque-nativo>.
- DONOSO C (1981) Tipos Forestales de los bosques nativos de Chile. Documento de Trabajo 38.
Investigación y desarrollo forestal (CONAF/PNUD/FAO). Publicación FAO, Chile.
- FAO (2016) El estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra. Roma.
- MESSIER C, KJ PUETTMAN & KD KOATES (eds) (2013) Managing forest as complex adaptative systems. Building resilience to the challenge of global change. Earthscan from routledge-Taylor & Francies Group. 353 pp.
- NAVARRO C, J CABELLO, E HAUENSTEIN, J PINARES, C ESSE, J GÉGOUT, P PINTO (2014) Catálogo de Estaciones forestales del bosque nativo de la Región de La Araucanía. - Proyecto INNOVA CORFO 11BPC-10164(11-13): Implementación de una Metodología de Tipificación de Bosque Nativo para la aplicación de la Ley 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal. Corporación Nacional Forestal, Universidad Católica de Temuco, Chile. 90 pp.

EL PAISAJE VISUAL

UN RECURSO VALIOSO Y AMENAZADO

Las personas se vinculan con el paisaje de manera profunda, característica que es universal y ancestral, por lo tanto los paisajes tienen un rol principal en la creación de identidades territoriales

Por Andrés Muñoz-Pedrerros¹

Concepto de paisaje visual

El paisaje es la expresión espacial y visual del medio; es un recurso natural, escaso y valioso, pudiendo clasificarse en naturales y culturales, el primero es el paisaje que existía antes de cambios mayores inducidos por el ser humano; y el segundo es el creado por la cultura humana. El nivel de naturalidad

puede ser discutible en un territorio caracterizado por una gradiente extensa que va desde paisajes prístinos a paisajes urbanos, por esto es una clasificación vaga. Los paisajes culturales se subdividen en: (a) Paisajes culturales rurales, donde la matriz original de naturalidad ha sido reemplazada mayoritariamente por la actividad silvoagropecuaria (e.g., plantaciones forestales, cultivos, praderas ganaderas) o minero o de infraestructura vial o energética. Esto incluye paisajes que contienen microbasurales o basura en disposición difusa. (b) Paisajes culturales urbanos, paisajes prácticamente sin naturalidad, artificiales o contruidos y que

incluyen los emplazamientos industriales o de servicios.

En el paisaje cultural rural se desarrollan actividades como cultivos agrícolas, ganadería y plantaciones forestales con especies exóticas, transformado el paisaje como consecuencia de la utilización de los recursos naturales y de la introducción de elementos exógenos al paisaje natural. Paralelamente la ciudad ha vuelto su mirada hacia estos espacios y exige a los habitantes de las áreas rurales la conservación de los paisajes tradicionales que se constituyen en patrimonio cultural, patrimonio que empieza ahora a ser valorado por parte de la población.

¹ Médico Veterinario, Magister en Ecología, Doctor en Ciencias Ambientales. Profesor de Fauna silvestre de Chile y Manejo de fauna silvestre para la carrera de ingeniería en Recursos Naturales Renovables en el Departamento de Ciencias Ambientales de la Universidad Católica de Temuco. Investigador del Núcleo en Estudios Ambientales, NEA. Correo electrónico: amunoz@uct.cl



Derecha paisaje natural, izquierda paisaje cultural rural. .

La percepción visual puede variar en los términos usados, así puede ser llamado calidad visual (*visual quality*) en las ciudades y belleza del paisaje (*scenery beauty*) en las zonas rurales. El paisaje es el escenario de la actividad humana y cualquier acción artificial repercute en su percepción. El ciudadano medio está, por diferentes motivos, internalizando cada vez más una suerte de «conciencia ambiental» que redunda en una novedosa valorización de los espacios naturales y sus ecosistemas. Esto explica la creciente resistencia ciudadana a perder espacios de alto valor turístico, paisajístico y recreacional.

Preferencias por ciertos paisajes: hidrofilia y fitofilia

La evaluación del paisaje puede definirse como las relaciones comparativas entre dos o más paisajes en términos de evaluación de la calidad visual, por esto los paisajes no se pueden definir en función de sus partes, sino que son imágenes integradas, una construcción de la mente y el sentimiento donde se hace indisoluble el objeto (paisaje) y el observador. Existiría una preferencia general del ser humano por ciertos paisajes, reconociendo un sustrato darwiniano asociado a la supervivencia, pero estas «preferencias innatas» estarían influenciadas culturalmente.

Aun cuando existe unanimidad respecto a la preferencia por ciertos componentes de un paisaje (e.g., vegetación, agua, formas irregulares) ciertas características más específicas de los paisajes

pueden variar con la edad y el sexo. Por ejemplo los paisajes ajardinados, controlados y suaves son preferidos por niños y personas mayores (> 40 años), en cambio paisajes percibidos como peligrosos, agresivos, salvajes e intimidantes (cataratas, junglas, ríos con rápidos) son preferidos por jóvenes (> 15 y < 30).

El agua es siempre un elemento estructurante que determina, no solo los paisajes, sino que también las prácticas sociales, por lo que no es extraño que los paisajes que incluyen agua

sean preferidos (hidrofilia). Hemos demostrado que existe una alta valoración de los paisajes de humedales en el sur de Chile, lo que puede explicarse por el consenso generalizado que existe por preferir paisajes con masas de vegetación verde, bien desarrollada (especialmente arbórea) y espejos de agua (especialmente limpia y en movimiento).

Por otro lado los paisajes forestados ocupan un lugar central en la estética de los paisajes (fitofilia). En un estudio en los seis biomas terrestres principales (desierto, tundra, pradera, bosque de coníferas, bosque caducifolio y bosque tropical), se estableció que los de mayor valoración fueron los bosques de coníferas y las tundras y los de menor valoración las praderas y desiertos. En el sur de Chile, en un transecto de 550 km, determinamos que los paisajes mejor valorados fueron los bosques nativos adultos, pero

los valores declinan conforme disminuye la densidad de la cubierta vegetal arbórea; por ejemplo, desde bosque nativo denso, hasta praderas con pequeños fragmentos aislados de bosque.

Paisajes y sociedad

Las personas se vinculan con el paisaje de manera profunda, característica que es universal y ancestral, por lo tanto los paisajes tienen un rol principal en la creación de identidades territoriales. Un paisaje está marcado por las experiencias y aspiraciones de sus habitantes, son paisajes con significados. De hecho podemos entender el paisaje, no sólo en su dimensión física, sino que también como un sistema de signos y de símbolos, de modo que no solo refleja la cultura, sino que es parte de su constitución y es expresión de una ideología. Desde hace décadas se ha explorado en el rol crucial que la



Arriba paisaje preferido por jóvenes, abajo paisaje preferido por adultos (> 40 años).



Paisaje que contiene los dos elementos que mas prefieren los observadores, cubierta vegetal (fitofilia) y agua (hidofilia).

percepción del ser humano tiene en el proceso de formación de imágenes del medio real, repercutiendo en su comportamiento individual y colectivo. También se ha ahondado, más allá de la percepción, en el concepto de lugar o paisaje como centro de significado, de

identificación personal y foco de vinculación emocional. Luego el posmodernismo lo relevó por su fuerte interés en la espacialidad de la emoción, el sentimiento y el afecto, con un interés cada vez mayor por las interacciones emocionales entre la gente y los paisajes. Son los paisajes de la emoción y la poética del afecto.



Paisajes arquetípicos, arriba en Socaire, altiplano de Antofagasta, abajo formación de parque en la depresión intermedia, entre Temuco y Puerto Montt, en el sur de Chile (Tomado del libro *El Paisaje*, 2017).

Paisajes arquetípicos

Los arquetipos según Jung son formas o imágenes colectivas de los seres humanos que surgen como elementos constitutivos de los mitos y como productos autóctonos e individuales de origen inconsciente. Son patrones de formación de símbolos que se repiten a lo largo de la historia y las culturas y a través de ellos buscan expresión las energías psíquicas. Los arquetipos representan el pasado, lo que se ha heredado, la historia en el marco de lo colectivo. En este contexto el paisaje es un concepto con una dimensión comunicativa notable y los ciudadanos se sienten parte de un paisaje, consciente o inconscientemente, con el que establecen una fuerte comunicación. Este sentimiento es ancestral y universal y, si bien la globalización está afectando mucho lo local, se sigue actuando como una cultura territorializada. Ello es parte de la identidad territorial, porque el paisaje desempeña un papel relevante en el proceso de formación, consolidación y mantenimiento de esas identidades territoriales. La alta valoración de los paisajes naturales que contienen bosques puede explicarse porque son *paisajes arquetípicos*, que evocan nociones de tiempo profundo. Son reliquias psicológicas de nuestro pasado evolutivo, ya que estas preferencias pueden explicarse porque las fases críticas de la evolución humana tuvieron lugar en los bosques

en lugar de ambientes de pastizal, pradera o sabana.

En Chile existe una gran diversidad de paisajes que pueden ser considerados paisajes arquetípicos, por ejemplo, los pueblos altoandinos y sus entornos agrícolas; los valles con poblaciones dispersas del centro norte; el paisaje rural plano, con montañas de fondo y cruzados de alamedas de la zona central; en la zona sur las formaciones de parque (praderas con árboles nativos grandes y aislados) en la depresión intermedia, los paisajes lacustres con volcanes y cordilleras nevadas; los lomajes con cultivos y bosquetes nativos. En la zona austral los bosques nativos cruzados por ríos caudalosos y las estepas patagónicas con piños de ovejas y casas de estancias dispersas en el extremo austral de Chile. Esto es en un macronivel, pero los paisajes más anclados en nuestro subconsciente están a un micronivel, a nivel predial, con el que los grupos humanos interactuaron por largos años e incluso quedaron en nuestro subconsciente como parte de la impronta de los recuerdos infantiles.

Estudios en la Araucanía

En un estudio realizado en 1997, a la largo de la depresión intermedia de la región de la Araucanía, los paisaje de mayor valoración fueron la vegetación nativa y ciertos cultivos agrícolas y las de menor evaluación fueron las obstrucciones visuales (por ejemplo taludes) y las plantaciones de pino y eucaliptus. El sector Victoria-Temuco estuvo dominado por paisajes de cultivos agrícolas y las praderas (> 40%) y viniendo desde el norte aparece el paisaje con vegetación nativa, especialmente la formación de parque (20,0%). El sector Temuco-Loncoche estuvo dominado por las obstrucciones visuales (> 50 %) y por la vegetación nativa

(35,0%). Sería de gran utilidad realizar otra evaluación, 25 años después, para caracterizar el cambio en la calidad del paisaje.

En otro estudio, en la cordillera de la provincia de Malleco evaluamos los ecosistemas de montañas analizando no solo la calidad visual de los paisajes, sino también sus características visuales básicas, como línea, color y textura, y sus componentes primarios y secundarios; explicando las preferencias por los paisajes. Los mejor evaluados, en orden descendente, fueron; los humedales, paisajes panorámicos y bosques, asociados con líneas que toman la forma de bandas, alto contraste interno, relieve plano y brillantez.



Tala rasa en una plantación de pino insigne en Capitán Pastene, provincia de Malleco (Tomado del libro El Paisaje, 2017).

Conflicto paisajístico

Cuando se impactan negativamente los paisajes o se sustituyen por otros de baja calidad o se destruyen, estamos en presencia de un conflicto paisajístico. En la actualidad la relación del paisaje y el desarrollo económico es el fundamento de un debate, sobre cómo la sociedad debe armonizar la preservación del paisaje y al mismo tiempo cómo debe utilizarlo.



Conflictos paisajísticos, parque eólico cerca de Calama en el norte de Chile

(Tomado del libro El Paisaje, 2017)..

La pérdida de los paisajes arquetípicos crea un abismo entre el paisaje arquetípico y el paisaje real cada vez más homogéneo y banal, sobre todo en las periferias urbanas y en las áreas turísticas. En Chile se constata permanentemente este choque entre las ideas arquetípicas del paisaje de Chile central (praderas y cultivos, cruzados de alamedas) con construcciones de la industria frutícola; o las campiñas salpicadas de bosquetes nativos del sur, con extensas plantaciones de pinos y eucaliptos.

Responsabilidad de profesionales e instituciones

La estandarización y homogeneización de los paisajes tiene serias repercusiones en la pérdida de la identificación de las comunidades locales con los paisajes destruidos o alterados. Sin embargo muchas profesiones que podrían (y debieran) ser promotores de políticas públicas que protejan (y mejoren) los paisajes visuales son, por el contrario, tímidos e incluso críticos cuando se trata de valorizar y analizar la estética del paisaje, y mucho menos participan en políticas progresistas del paisaje. Esta actitud indolente se debe muchas veces a la simple ignorancia o al temor frente a lo que se consideran técnicas supuestamente subjetivas acerca de los métodos y procedimientos que, desde hace más de 30 años, se han venido perfeccionando en la evaluación del paisaje visual, por lo que ya no debieran existir excusas ni temores para abordar la gestión de los paisajes de forma seria y responsable. La importancia del paisaje para una localidad es tal que los organismos, públicos y privados, deberían poner en marcha acciones que permitan controlar el impacto ambiental que ciertos planes o proyectos ocasionan sobre el paisaje, especialmente cuando se trata de tomar decisiones frente

a propuestas de instalaciones industriales o facilidades públicas (e.g., caminos, alcantarillados). El paisaje debe ser un recurso a proteger de contaminaciones estéticas negativas para diversificar el uso que de éste puede hacerse.

Paisaje y turismo

Junto a las actividades tradicionales del espacio rural, existen otras como el turismo rural que genera ingresos importantes a la economía nacional y regional, una pérdida del paisaje bajo este contexto, podría a su vez producir pérdidas considerables al ingreso nacional. Podemos hablar entonces de un binomio paisaje-turismo puesto que la interacción entre ambos es evidente. La implantación de la actividad turística está en gran parte basada en la atracción que ejerce un determinado paisaje, que se convertirá en un bien de consumo gracias a dicha actividad turística.

Gestión del paisaje

Cualquier política nacional de gestión del paisaje debiera tener al menos tres objetivos: (a) conservar, restaurar y poner en valor los paisajes relevantes del país, ya sea por su alta valoración estética, como paisajes arquetípicos o culturales para las poblaciones locales; (b) incorporar y ponderar la variable paisaje en los planes de ordenamiento y planificación territorial, para conservar y/o aumentar la calidad paisajística tanto de los espacios naturales, rurales, periurbanos y urbanos; (c) coordinar los servicios públicos



Catálogo de paisajes. El litoral costero de Chile ofrece innumerables paisajes que deben ser inventariados, como los de todo su territorio.

que tengan en sus atribuciones acciones y políticas que involucren el uso, manejo y/o gestión del paisaje, definiendo metodologías y procedimientos para la evaluación, manejo y gestión del paisaje en todo el territorio nacional, tendientes a minimizar los impactos negativos sobre éstos, restaurando los destruidos y conservando los paisajes relevantes. Para implementar los objetivos de una política de paisaje es necesario avanzar en algunas líneas de acción, tales como: (a) financiar líneas de investigación en paisaje a escala nacional, por ejemplo en catastros regionales, identificación de paisajes arquetípicos a nivel nacional, regional y comunal; (b) elaborar catálogos nacionales de paisaje; (c) establecer un programa de monitoreo del estado de conservación de los paisajes a nivel nacional; (d) promover un programa de mitigación de impactos negativos sobre el paisaje a nivel nacional, y (e) difundir la importancia del paisaje en los ciudadanos mediante un programa de educación ambiental y paisaje.

Catálogos de paisaje y monitoreo

Los catálogos nacionales de paisaje tienen como objetivo inventariar y analizar las unidades de paisaje de cada territorio, tipificando y evaluando los paisajes, tanto naturales como culturales. Respecto a estos últimos es importante definir cuáles son los paisajes que pueden considerarse característicos del siglo XX a XXI. El catálogo debe incorporar todos los paisajes de un territorio, considerando al menos tres variables: (a) calidad del paisaje, (b) valor cultural y (c) visibilidad.

A partir del catálogo se establecen los indicadores del monitoreo de paisajes que pueden ser: la riqueza de paisajes, la naturalidad paisajística y la valoración de paisajes. La riqueza de paisaje es el número total de unidades paisajísticas (UP) diferentes que existen en un determinado territorio. El índice de naturalidad estima la proporción de UP naturales en relación al total de UP en un territorio, así, este indicador puede ser relevante para estimar las tendencias de los cambios paisajísticos en relación a la artificialización de los paisajes.

Finalmente la valoración de la calidad paisajística de cada unidad de paisaje obtenida del catálogo de paisajes, permite obtener un valor promedio de un territorio con su desviación estándar, lo que posibilita medir el incremento o decremento de esta calidad en un territorio determinado.



Camino rural sin medidas de mitigación para el recurso paisaje (Tomado del libro *El Paisaje*, 2017)..



Paisaje del sur de Chile con alta valoración y de gran demanda turística.

PARA SABER MÁS

- DANIEL TC (2001) Whither scenic beauty? Visual landscape quality assessment in the 21th century. *Landscape and Urban Planning* 1-4(54): 267-281.
- GÓMEZ-CEA L & A MUÑOZ-PEDREROS (2004) Propuesta de uso eco turístico para los humedales del río Cruces y terrenos adyacentes. (Sitio Ramsar de Chile). *Gestión Ambiental* 10: 43-60.
- KELLERT SR & EO WILSON eds. (1993) *The Biophilia Hipótesis*. Shearwater Books/Island Press. Washington, DC.
- MUÑOZ-PEDREROS A (2004) Evaluación de Paisaje: una herramienta de gestión ambiental. *Revista Chilena de Historia Natural*. 75: 139-156.
- MUÑOZ-PEDREROS A (2017) The visual landscape: an important resource and poorly preserved. *Ambiente e Sociedade* 20(1): 163-180.
- MUÑOZ-PEDREROS A (2017) *El Paisaje. Fundamentos para su valoración, evaluación y gestión*. Felis Editorial/CEA Ediciones. 211 pp.
- MUÑOZ-PEDREROS A & A LARRAÍN (2002). Impacto de la actividad silvoagropecuaria sobre la calidad del paisaje en un transecto del sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 673-689

PAISAJE COSTERO EN LA ARAUCANÍA

Proyectando el futuro a partir de información del
pasado y el presente

Los cambios que han afectado al paisaje costero de La Araucanía se explican principalmente por el aumento de la actividad forestal, la cual ha ido en acelerado aumento, en una tendencia sostenida en el tiempo.

Por Fernando Peña-Cortés¹ & Daniel Rozas²

El cambio en el paisaje es un proceso dinámico y que cada día aumenta su velocidad producto de las actividades económicas del hombre. Entre las principales consecuencias de este fenómeno están las asociadas a la pérdida de coberturas naturales y sus efectos en la diversidad biológica y servicios ambientales asociados. Al

respecto, actualmente se han desarrollado técnicas que permiten elaborar proyecciones aproximadas de como sería el futuro del paisaje en un territorio, a partir de las decisiones que tomamos hoy. Con esto es posible generar una serie de escenarios mediante los que se pueden evaluar diversas alternativas y sus futuros impactos.

Cuando recorremos un paisaje rural podemos apreciar una diversidad de formas, colores, relieves y tipos de ordenación de los componentes, lo que se conoce como mosaico paisajístico. A su vez, este mosaico se va modificando con el tiempo transformando su composición inicial, por ejemplo bosque nativo, a una nueva cobertura como podría ser una plantación de pinos o un terreno agrícola con cultivos de maíz. Esto puede conducir a un paisaje de alta naturalidad y biodiversidad a uno con un fuerte nivel de alteración y degradación.

¹ Profesor de Historia y Geografía, Doctor en Ciencias Ambientales. Profesor de Geografía General y Regional para la carrera de Geografía en el Departamento de Ciencias Ambientales. ² Biólogo en Gestión de Recursos Naturales, Diplomado en SIG y Percepción Remota, Magíster en Planificación y Gestión Territorial.

Las modificaciones en el paisaje es uno de los más claros indicadores que da cuenta de las interacciones entre el ser humano y sus actividades sociales-económicas, en conjunto con el medio físico que sustenta un territorio.

Muchos investigadores en esta temática plantean que el análisis del paisaje y sus características ofrecen información relevante para describir y comprender en cierta medida los cambios en el uso del suelo y sus relativas tendencias, basados principalmente en el análisis del comportamiento histórico de estos cambios y los factores que los generan. Mediante este ejercicio es posible elaborar hipótesis referidas a cómo evolucionarán los paisajes bajo distintas condiciones, las que obedecen en muchos casos a decisiones políticas sobre la ordenación y desarrollo del territorio. En todos los casos, el objetivo final de estos procedimientos es permitir a los tomadores de decisiones anticipar sus reacciones ante las diferentes posibilidades de futuro además de contar con una herramienta que les permita el análisis de las causas y consecuencias de planes y estrategias a través de una dimensión geográfica.

En las cuencas costeras de la región de La Araucanía, el uso de suelo original ha cambiado significativamente en los últimos 100 años. El paisaje ha sido fuertemente alterado por el hombre y por eventos naturales destructivos como son el terremoto y Tsunami de 1960, y el terremoto de 2010, generando un paisaje cultural dominado por una matriz agropecuaria y una ocupación exponencial de la matriz forestal desde hace ya unos 30 años.

Estos eventos han conducido paulatinamente a procesos de pérdida de los hábitat naturales y de las especies nativas, homogenización del mosaico de paisaje, lo que implica que la coloración, variedad de formas y organización original, sobre todo de los bosques, se ha modificado por coberturas artificiales (e.g., plantaciones de pino y eucaliptus), además de potenciar desequilibrios ambientales como el aumento en los niveles de erosión y pérdidas de la cantidad/ calidad del agua.

Hemos identificado la dirección y magnitud de los patrones de cambio que ha tenido el paisaje costero de La Araucanía durante el periodo 1994–2007, proyectando un escenario al 2015 basados en las tendencias actuales de cambio.

Estudiamos el borde costero de la Región de La Araucanía, localizado entre los 38° 30' y 39° 30' de Latitud Sur y los 72° 50' y 73° 30' de Longitud Oeste (Figura 1). Posee una superficie de 221.993 hectáreas distribuidas entre cuatro principales cuencas costeras, las que están sobre un territorio formado por cordones montañosos, plataformas de erosión marina y extensas planicies fluviomarinas. El clima es de tipo oceánico con influencia mediterránea con un promedio anual de precipitaciones de 1.200 a 1.600 mm.

La identificación y análisis de las coberturas de uso de suelo se realizó en base a la

información generada en el proyecto FONDECYT 1030861 a escala 1:20.000 para el año 1994 y en el proyecto FONDECYT 1080317 realizado a escala 1:50.000 para el año 2007 y FONDECYT 1110798 para incorporar antecedentes actuales del uso de suelo. En el caso del año 2007, también se utilizó la información del Catastro de Recursos Vegetacionales de Chile.

En cuanto al análisis de la dinámica y organización del paisaje, se consideró el cálculo de la magnitud y dirección de los cambios durante el periodo evaluado, es decir, identificamos cual era la cobertura de suelo original el año inicial de análisis (1994) y a que cobertura cambió al finalizar el periodo (2007), incluyendo además la superficie involucrada.

El cambio total de cada cobertura (e.g., asentamiento urbano, bosque nativo, plantación, cuerpo de agua, entre otras), se conoce como tasa de cambio (TCC), siendo generalmente considerado el promedio anual. Para el estudio detallado de la variación temporal se utilizaron algunos índices a nivel de paisaje relacionadas a los fragmentos, bordes, diversidad, entre otros.

La proyección (2007-2015) respecto a la dinámica actual del paisaje se realizó mediante métodos estadísticos, elaborando una matriz de probabilidad de transición para cada unidad de paisaje, simulando un escenario

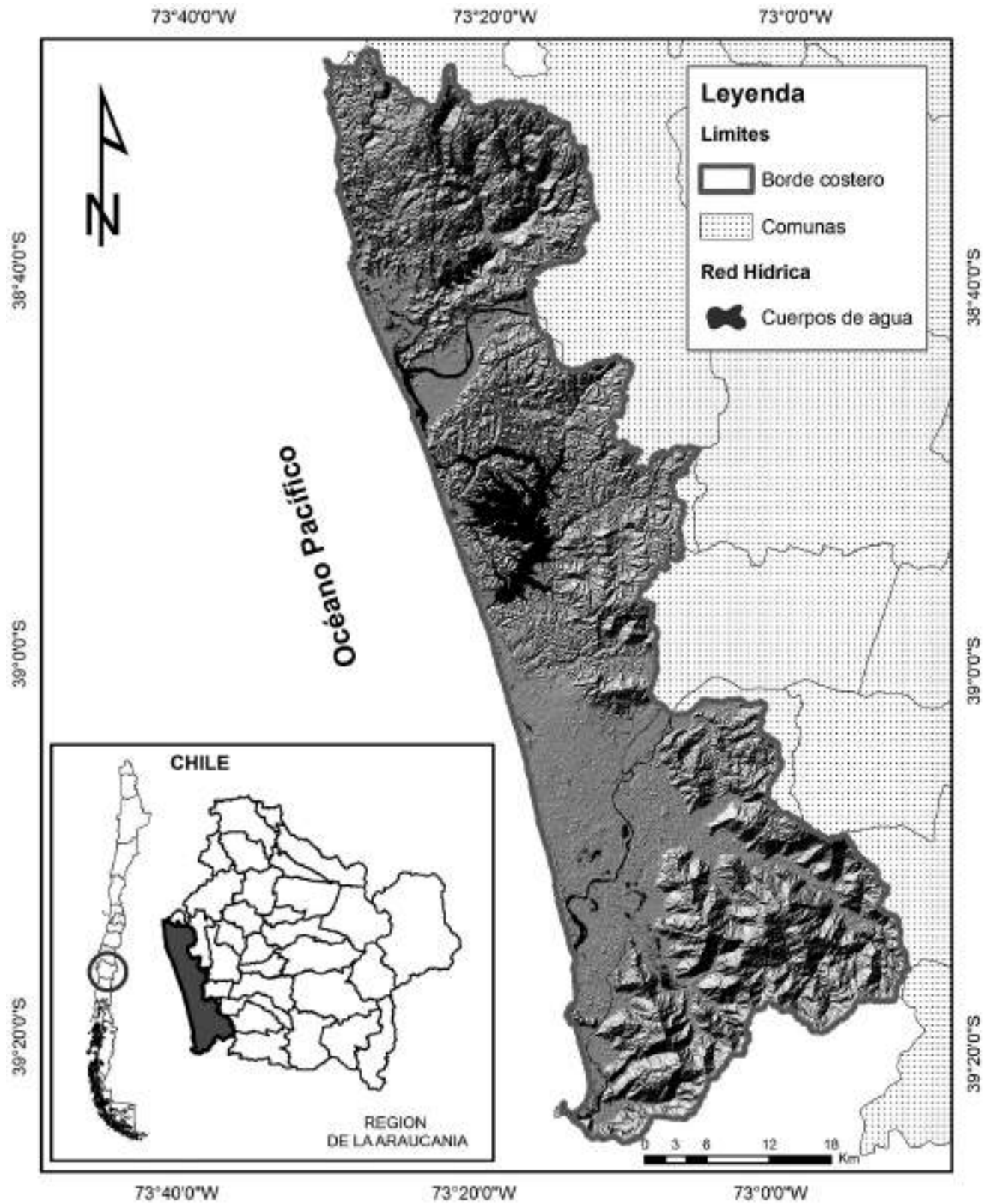


Figura 1. Borde costero de La Araucanía.

futuro a partir de los estados precedentes.

Durante el periodo analizado se presentó un sostenido aumento de la matriz forestal con las tasas de cambio más elevadas observadas entre todas las unidades, tanto en el periodo 1994-2007 como el 2007-2015. Si bien la cobertura predominante en el área de estudio corresponde a la matriz agropecuaria, ésta disminuyendo paulatinamente en un rango cercano al 20% de la superficie original desde el 2007 al 2015, siendo el principal responsable del descenso la transición a

matriz forestal y superficies de humedales o terrenos húmedos, aunque estas últimas en un nivel mucho menor (Figura 2).

Respecto a los índices que han caracterizado la evolución del paisaje en el borde costero, se observó un aumento superior al doble en el número de fragmentos entre 1994 y 2007, estimándose un leve descenso hacia el 2015. Esto es posible por ejemplo, en casos como el bosque nativo, en donde aún permanecían fragmentos mezclados con plantaciones, las que finalmente terminaron por absorberlas y hasta

formar parte de una sola cobertura: plantación. Esta es una clara muestra de lo que inicialmente denominamos «homogenización del paisaje».

Por otra parte, se puede observar que el año 1994 presentó una menor cantidad de fragmentos, su tamaño medio fue el mayor de la serie temporal, además de una baja densidad de bordes, lo que indica los mayores niveles de naturalidad entre los periodos estudiados. Esta situación es predecible ya que el análisis comenzó en el periodo 1994 y generalmente la tendencia de un paisaje (bajo la influencia

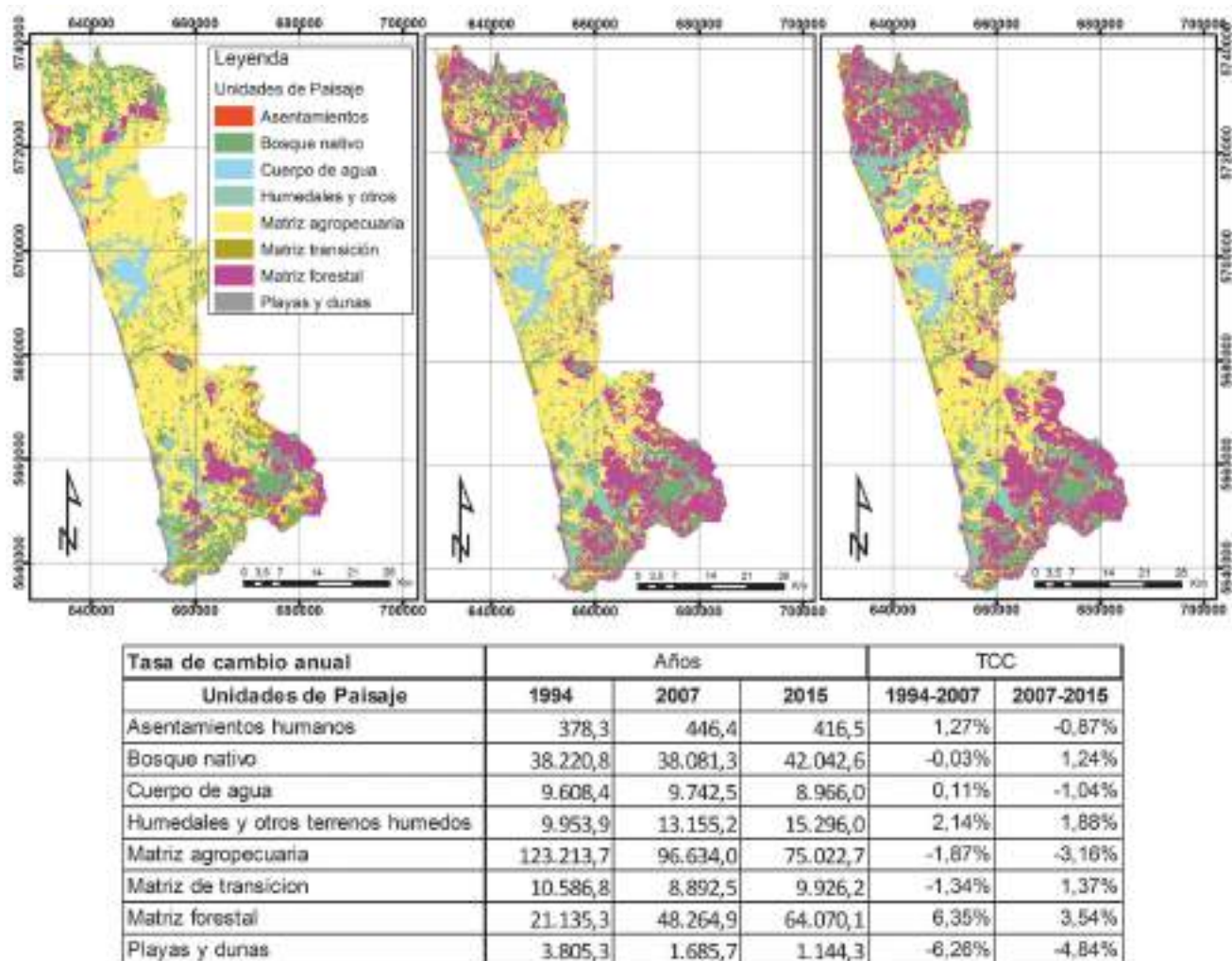


Figura 2. Variación anual y tasas de cambio para las clases de paisaje en el área de estudio.

humana) es ir perdiendo su naturalidad y composición original a través del tiempo.

En cuanto a la dirección de los cambios, se observa la clara predominancia de la matriz forestal como el principal responsable de las transformaciones. En este sentido, todas las unidades presentaron cambios hacia la cubierta forestal, siendo la matriz agropecuaria con una superficie cercana a las 40.000 hectáreas la más significativa. Si bien, otras unidades como la de bosque nativo, matriz de transición y sectores de playas y dunas también se convirtieron en cubierta forestal, esto fue en mucho menor grado. Respecto a la significativa disminución observada en playas y dunas, esta tendencia puede ser explicada posiblemente por los mecanismos de control dunario implementados en el área, en el cual se estabilizan estas unidades con la incorporación de cubierta vegetal, la que muchas veces corresponde a plantaciones forestales o a especies arbustivas.

Conclusiones

Finalmente, se concluye que los cambios que han afectado al paisaje costero de La Araucanía se explican principalmente por el aumento de la actividad forestal, la cual ha ido en acelerado aumento, proyectándose una tendencia sostenida en el tiempo. Lo anterior, ha generado consecuencias principalmente

en las coberturas naturales, donde se alberga la mayor parte de la biodiversidad y servicios ambientales presentes en el sector, en particular los humedales, donde también la actividad agropecuaria ha generado grandes impactos. Si bien en estos sistemas aún se presentan tasas de cambio positivas, constituyen uno de los componentes de relevancia ambiental más amenazados en el paisaje costero de La Araucanía.

PARA SABER MÁS

PEÑA-CORTÉS F, P GUTIÉRREZ, G REBOLLEDO, M ESCALONA, E HAUENSTEIN, C BERTRÁN, R SCHLATTER & J TAPIA (2006) Determinación del nivel de antropización de humedales como criterio para la planificación ecológica de la cuenca del lago Budi, Chile. *Revista de Geografía Norte Grande* 36: 75-91.

PEÑA-CORTÉS F, G REBOLLEDO, K HERMOSILLA, E HAUENSTEIN, C BERTRÁN, R SCHLATTER & J TAPIA (2006) Dinámica del paisaje para el período 1980-2004 en la cuenca costera del Río-Lago Budi, Chile. *Consideraciones para la conservación de sus humedales. Ecología Austral* 16: 183-196.

PINCHEIRA-ULBRICH J, JR RAU, F PEÑA-CORTÉS (2009). Tamaño y forma de fragmentos y su relación con la riqueza de especies de árboles y arbustos. *Phyton* 78: 4-11.

PEÑA-CORTÉS F, M CISTERNAS, C BERTRÁN, E HAUENSTEIN, J TAPIA, G REBOLLEDO & M ESCALONA (2009) Unidades Geoecológicas en cuencas del Borde Costero de La Araucanía. Sur de Chile. *Anales Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas*. Santiago, Chile. 106-112 pp.

PEÑA-CORTÉS F, D ROZAS, E HAUENSTEIN, C BERTRÁN, J TAPIA & MARCO CISTERNAS (2010) Spatial and temporal dynamics and future trends of change in the coastal landscape of La Araucanía, Chile. En: JC Azevedo, M Feliciano, J Castro & MA Pinto (eds). *Forest Landscapes and Global Change-New Frontiers in Management, Conservation and Restoration. Proceedings of the IUFRO Landscape Ecology Working Group International Conference*. Portugal. Pp 85-90.

PEÑA-CORTÉS F, J PINCHEIRA-ULBRICH, C BERTRÁN, J TAPIA, E HAUENSTEIN, E FERNÁNDEZ & D ROZAS (2011). A study of the geographic distribution of swamp forest in the coastal zone of the Araucanía Region, Chile. *Applied Geography* 31(2): 545-555.

PEÑA-CORTÉS F, M ESCALONA-ULLOA, J PINCHEIRA-ULBRICH & G REBOLLEDO (2011) Cambios de uso de suelo en los geosistemas de la cuenca costera del río Boroa entre 1994 y 2004, Chile. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Cuyo* 43 (2): 35-45.

¿PLANTAS CARNÍVORAS EN CHILE?

En Chile existen cuatro especies de las llamadas “plantas carnívoras”, pequeñas plantas herbáceas que para obtener el nitrógeno, elemento esencial para su crecimiento y desarrollo, han debido modificar notoriamente sus hojas, de tal forma que ellas les permitan capturar insectos u otros microinvertebrados de los cuales obtienen dicho elemento.

Por Enrique Hauenstein Barra¹

Bajo este sugestivo y quizás alarmante nombre se reúne un grupo de pequeñas plantas herbáceas que habitan de preferencia en lugares muy húmedos y pobres en nutrientes, como son las turberas y pantanos, donde falta principalmente el nitrógeno, elemento esencial para el crecimiento y desarrollo de los vegetales.

Para adaptarse a estos ambientes carentes de nutrientes, estas especies han debido modificar sus hojas, las que adquieren diversas formas (jarro o ánfora, bolsa o vejiga, prolongaciones adhesivas en forma de tentáculos, etc.), permitiéndoles de esta forma atrapar pequeños animales (insectos, microinvertebrados.

pequeños anfibios y roedores), por lo que para el hombre y animales mayores no representan peligro alguno.

Con la captura y posterior «digestión» de su presa, que realizan mediante la secreción externa de jugos digestivos hacia la superficie de la hoja, logran así completar su nutrición, obteniendo el nitrógeno de las proteínas del cuerpo de estos animales. No obstante, siguen siendo autótrofos (realizan fotosíntesis y elaboran sus propios nutrientes).

Los mecanismos de captura que poseen son muy variados, tal como se muestra en la Tabla 1.

¹ Profesor de Biología y Ciencias. Magíster en Botánica. Profesor de Botánica general y Botánica sistemática para las carreras de Biología en Gestión de Recursos Naturales e Ingeniería en Recursos Naturales Renovables en el Departamento de Ciencias Ambientales.

Familias y Géneros	Número especies	Distribución geográfica	Tipo de Trampa			
			Activa Succión	Resorte	Pasiva Embudo	Adhesiva
BYBLIDÁCEAS						
<i>Byblis</i>	1	Australia				X
DROSERÁCEAS						
<i>Aldrovanda</i>	1	Europa, Africa, Asia		X		
<i>Dionaea</i>	1	América del Norte		X		
<i>Drosera</i>	90	Cosmopolita				X
<i>Drosophyllum</i>	1	Mediterráneo				X
LENTIBULARIÁCEAS						
<i>Genlisea</i>	15	América del Sur	X			
<i>Pinguicula</i>	30	Cosmopolita				X
<i>Utricularia</i>	150	Cosmopolita	X			
NEPENTÁCEAS						
<i>Nepenthes</i>	60	Borneo y limitrofes			X	
SARRACENIÁCEAS						
<i>Cephalotus</i>	1	Australia			X	
<i>Darlingtonia</i>	1	América del Norte			X	
<i>Heliamphora</i>	4	América del Sur			X	
<i>Sarracenia</i>	9	América del Norte			X	

Tabla 1. Distribución, número de especies y mecanismos de captura de los principales géneros de plantas carnívoras. X: indica el tipo de trampa que poseen las especies del género. (Modificado de Heslop-Harrison 1978).

A nivel mundial existen actualmente unas 250 mil especies de plantas con flores, de las cuales unas 400 son carnívoras, o más bien, insectívoras. Algunas de las familias y géneros más conocidos se muestran en la Tabla 1. En Chile se encuentran cuatro especies representantes de este grupo especial de plantas, las que son nativas o autóctonas de nuestro país y crecen de preferencia en la zona sur. Se trata de la atrapamoscas o rocío de sol,

las violetas del pantano y la bolsita de agua, siendo las tres primeras terrestres, y la última, acuática sumergida, las cuales se describen a continuación:

Atrapamoscas o Rocío de sol

Su nombre científico es *Drosera uniflora* Willd., y pertenece a la familia Droseráceas (Fotografía 1). Se caracteriza por no presentar tallo y tener

hojas provistas de un corto peciolo, en forma de roseta, casi redondas, cubiertas con glándulas pegajosas alargadas de un vistoso color rojo, con las que atrapan insectos por adhesión, ya que segregan un líquido viscoso con olor a miel que los atrae. Estas glándulas se ven como pequeños tentáculos, terminando cada uno de ellos en una cabecita cristalino-viscosa, que brilla al sol como minúsculas gotitas de rocío, de allí deriva su nombre común «rocío de sol». Sus

flores son solitarias con sépalos de color rojo oscuro y pétalos ovalados de color blanco, y nacen de un pedúnculo central erguido. Su fruto es una cápsula globosa con semillas muy pequeñas de color castaño oscuro. Florece en diciembre-enero y fructifica entre enero-febrero.

Es una especie de baja sociabilidad, ya que casi siempre crece en poblaciones pequeñas. Su tamaño no sobrepasa los cinco centímetros. En la región de La Araucanía es posible encontrarla en turberas de la cordillera de Nahuelbuta (Parque Nacional Nahuelbuta). Más al sur, en turberas de la Cordillera Pelada, el Parque Nacional Alerce Costero, Parque Nacional Chiloé y en turberas de Magallanes (Parque Nacional Torres del Paine).

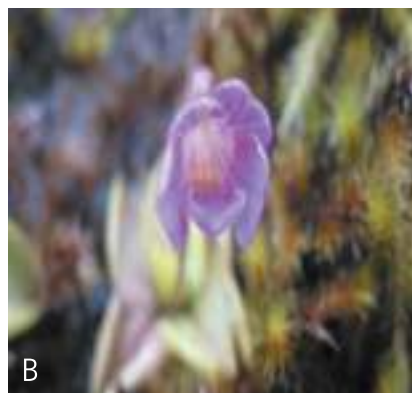
Violetas del pantano

En Chile existen dos especies: *Pinguicula antarctica* Vahl y *P. chilensis* Gay, ambas pertenecientes a la familia Lentibulariácea (Fotografías 2a, 2b).

Son semejantes a la anterior en cuanto a la disposición arrosetada de sus hojas pegadas al suelo. Eso sí, el aspecto de éstas es diferente, ya que presentan un color verde claro y su borde se dobla hacia arriba, especialmente cuando han atrapado algún insecto, a los que atraen desprendiendo un fuerte olor.



Fotografía 1. Hábito de *Drosera uniflora*. En el centro se aprecia la flor, rodeada por hojas con sus tentáculos adhesivos de color rojizo.



Fotografía 2. A Hojas en roseta de *Pinguicula chilensis*; B Flor de *P. chilensis*.

Su flor es muy semilar en forma y color a la de violeta común (*Viola odorata*).

Aunque muy semejante, ambas *Pinguiculas* se pueden diferenciar en que la primera posee en la flor un espolón (alargamiento de un sépalo en forma de tubo que almacena néctar) corto y obtuso, en cambio en *P. chilensis* éste es filiforme. Otra diferencia importante es que en *P. antarctica* los bordes de la hoja se hallan marcadamente doblados hacia arriba, lo

que en *P. chilensis* no es tan pronunciado.

Ambas especies florecen entre diciembre-enero y fructifican en enero-febrero. Crecen asociadas con individuos de la misma especie, formando pequeños manchones en el suelo. Las hojas nacen a ras de suelo, pero el tallito floral puede medir hasta ocho cm. Sus frutos son pequeñas cápsulas globosas.

Ambas especies crecen en turberas o pantanos turbosos,

que son abundantes desde la región de La Araucanía al sur, por ambas cordilleras, de preferencia a altitudes superiores a los 800 metros. *P. antarctica* se encuentra desde Valdivia a Magallanes y *P. chilensis* desde la provincia de Linares a la de Osorno. Se ha reportado la presencia de esta última especie en los siguientes lugares de la Región de La Araucanía: alrededores del volcán Llaima y volcán Villarrica, Parque Nacional Nahuelbuta, sector Santa Julia (Malleco) y Villa Las Araucarias (Carahue).

Bolsita de agua

Su nombre científico es *Utricularia gibba* L. y también pertenece a la familia Lentibulariácea (Fotografía 3). Es una hierba acuática sumergida que flota libremente a media agua. Carece de raíces y posee finos tallos de color verde, con hojas lineales finamente divididas, las que están provistas de pequeñas modificaciones en forma de bolsitas o vejigas (utrículos) con las cuales atrapa a sus presas. Sus flores son de un vistoso color amarillo y aparecen en el mes de febrero en el borde de las lagunas o cuerpos de agua donde habita. Su fruto es una pequeña cápsula globosa.

Crece en grandes manchones en aguas dulces detenidas (tranques, lagunas), como por ejemplo, la laguna SAVAL en Valdivia donde es abundante.



Fotografía 3. Izquierda hábito de *Utricularia gibba* con sus pequeñas vejigas capturadoras; a la derecha flor de *U. gibba*.

Se distribuye desde Coquimbo a Chiloé. En la región de La Araucanía se ha reportado su presencia en las localidades de: Temuco, Almagro, Long-Long y alrededores del lago Budi.

Como se muestra en la Tabla 1, de mecanismos de captura, la atrapamoscas y las violetas del pantano son capturadoras pasivas de insectos. Ellas atrapan la presa por adhesión, secretando

sustancias pegajosas sobre las hojas, para posteriormente digerirla mediante la secreción de enzimas digestivas, absorbiendo posteriormente los nutrientes del cuerpo del insecto. Por su parte, la bolsita de agua es atrapadora activa de pequeños invertebrados acuáticos, como rotíferos, copépodos y larvas de insectos, mediante la succión provocada por sus vejiguillas especializadas para tal acción.

Es destacable el hecho de que en la naturaleza los vegetales sirven normalmente de alimento a los animales, pero en este caso, el proceso se invirtió, y los consumidores de plantas son ahora devorados por ellas. Tal situación nos habla de un alto grado de evolución y especialización biológica en este tipo de vegetales carnívoros, lo que desde antiguo ha concitado el interés de los especialistas. Esta especialización les permite además colonizar ambientes con condiciones extremas, donde la presencia de otras plantas es imposible, como son las turberas donde hay carencia de nitrógeno y el sustrato posee una alta acidez.

Las plantas carnívoras chilenas, a diferencia de las que crecen en ambientes tropicales, son las menos espectaculares, ya que son muy pequeñas, lentas en la captura y no exclusivamente carnívoras. Pero lo novedoso es que podemos mantenerlas y alimentarlas como una mascota más de la casa, como lo hizo Charles Darwin en el siglo XIX

cuando recibió en Inglaterra los primeros especímenes y experimentó con ellos. Actualmente algunas especies son cultivadas profusamente en algunos países, como por ejemplo en Estados Unidos, donde se venden en maceteros en los supermercados.

PARA SABER MÁS

GUNCKEL H (1943) Las Lentibulariáceas de la flora valdiviana. Revista Universitaria (Universidad Católica de Chile) 28(1): 41-52.

HAUENSTEIN E & L LEIVA (1991) Plantas carnívoras de Chile. Revista El Árbol Nuestro Amigo (Temuco) 7(1): 50-52.

HESLOP-HARRISON Y (1978) Plantas carnívoras. Investigación y Ciencia 4: 56-66.

ÁRBOLES NATIVOS

DE INTERÉS MEDICINAL EN LA ARAUCANÍA

Chile se caracteriza por poseer una rica y variada flora conformada por más de 5.500 especies, atribuyéndose a muchas de éstas alguna propiedad útil para el hombre, entre ellas numerosos árboles. Así, el poder curativo de algunas plantas, conocido desde muy antiguo, ha sido transmitido por los pueblos originarios a través de las generaciones, principalmente por la tradición oral.

Por Enrique Hauenstein Barra¹ & Paola Arroyo Vargas²

Las plantas medicinales se han constituido desde tiempos remotos como un recurso para cubrir las necesidades terapéuticas, convirtiéndose su estudio en un hecho científico universal que trasciende no sólo en un beneficio de

la salud, sino también en el sistema productivo y económico de un país.

Las plantas, en respuesta al medio en que viven, producen una serie de metabolitos secundarios. Estos compuestos químicos son responsables de la actividad terapéutica de los vegetales. Muchas especies muestran respuestas convenientes de crecimiento y producción de compuestos químicos en condiciones artificiales de cultivo; otras en cambio, disminuyen la producción de estos

compuestos cuando se las mantiene en esas condiciones. Por otra parte, el hecho de que muchas especies se prestan para una reproducción masiva, tanto en forma vegetativa como por semillas, permite su aprovechamiento en forma sustentable.

Sin embargo, existen algunas amenazas que supone el uso de plantas nativas silvestres, como por ejemplo el hecho de ser una fuente de materia prima accesible en forma libre, sin control de volumen ni de técnicas de colecta adecuadas.

¹ Profesor de Biología y Ciencias, Magíster en Botánica, Profesor Titular de Botánica General y Sistemática de la Facultad de Recursos Naturales, Departamento de Ciencias Ambientales, UC Temuco. Investigador del Núcleo de Estudios Ambientales NEA. ² Ingeniería en Recursos Naturales Renovables de la UC Temuco.

La cosecha se traduce a veces en una disminución de la biomasa aérea de la planta y, otras veces, en el exterminio de ejemplares al extraerse su raíz o rizoma. Por otra parte, no existen mecanismos legales y de fiscalización que regulen la extracción de material vegetal silvestre, lo que constituye una seria amenaza de pérdida del patrimonio genético y de biodiversidad del país.

En este contexto, el objetivo del presente artículo es dar a conocer a la comunidad regional el valor medicinal que se le asigna a 12 especies arbóreas nativas presentes en La Araucanía.

Descripción y caracterización medicinal de las especies

Araucaria

Araucaria araucana

Conífera conocida también como pehuén, pertenece a la familia Araucariaceae. Es considerada Monumento Natural de Chile, se distribuye en zonas restringidas y discontinuas dentro del territorio nacional, sobre los 800 m de altitud. Por el lado de la Cordillera de Los Andes se encuentra en la Región del Biobío, de La Araucanía y en el límite norte de la Región de Los Ríos, y por el lado



Araucaria

de la costa se encuentra en la Cordillera de Nahuelbuta. En zonas alto-andinas es una especie propia del paisaje que forma bosques puros, pero en altitudes menores forma asociaciones con bosques mixtos de lenga, ñirre o coihue. Crece en sustratos rocosos y con buen drenaje, tiene alta capacidad para soportar temperaturas extremas. Su estado de conservación es Vulnerable y en Peligro en la cordillera de Nahuelbuta.

Para la etnia mapuche posee un gran valor alimenticio por su semilla (el piñón), valor cultural y medicinal. Para el aprovechamiento medicinal se utiliza la resina como parches para contusiones, úlceras cutáneas, y cicatrizante para heridas recientes. Además se utiliza para aliviar jaquecas y encapsulada ayuda como diurético para úlceras venéreas. Por otra parte, la semilla ayuda a la secreción láctea e incluso se consideraría afrodisíaco.

Boldo

Peumus boldus

Esta especie pertenece a la familia Monimiaceae, es siempre-verde, frecuente y se distribuye desde la región de Coquimbo hasta Osorno. Es tolerante a la luz, creciendo en laderas bajas de ambas cordilleras y en la depresión intermedia. Se destaca por sus hojas oscuras, aromáticas, coriáceas y ásperas, posee flores blancas olorosas, y sus frutos (drupas) en estado fresco son comestibles, con ellos se puede preparar además una bebida alcohólica denominada "boldeao". Aunque puede formar poblaciones puras, puede asociarse con otras especies de los bosques esclerófilos, tales como el peumo (*Cryptocarya alba*), litre (*Lithrea caustica*) o quillay (*Quillaja saponaria*).

Es una de las especies más estudiadas en el ámbito medicinal, encontrándose en sus hojas aceites esenciales y un conjunto de alcaloides llamado «boldina». Se le considera como protector hepático, anti-espasmódico y estimulante digestivo. La decocción de las hojas en agua o vino, aplicada en las sienes, estómago y vientre, disminuye las jaquecas y cefalalgias, disipa la acumulación de gases y reconforta los nervios. Su savia proveniente de los tallos alivia el dolor de oídos.

No se recomienda su uso en enfermedades donde haya fiebre o algún estado de inflamación. Previene indigestiones si la infusión de sus hojas es ingerida posterior a una comida.



Boldo

Canelo

Drimys winteri

Árbol siempreverde pertenece a la familia Winteraceae, que puede alcanzar los 30 m de altura, con una amplia distribución desde el río Limarí (Región de Coquimbo) hasta el Cabo de Hornos (Región

de Magallanes). Crece en zonas húmedas o donde la capa freática esté cerca de la superficie, su óptimo se encuentra en Chiloé por ser una zona de alta pluviometría, no discrimina sitios soleados o sombríos. Su corteza es lisa y sus hojas son de color verde claro en la cara superior y blanquecinas en la



Canelo

cara inferior, los extremos de las ramas son rojizos. Sus abundantes flores son blancas con numerosos pétalos y sus frutos son bayas de color negro-violáceo. Puede formar comunidades puras o integrarse a la vegetación de bosques pantanosos o azonales siempreverdes, como los de temo y pitra.

Es considerado como árbol sagrado para la etnia mapuche, estando presente en distintas ceremonias (machitún y ngillatun). Los principales tratados se realizan a la sombra de éste, también sus ramas son consideradas como símbolo de paz. Asimismo, la consideran una planta “fuerte” que se utiliza como “contra”. Su corteza y hojas son ricos en terpenoides, flavonoides y ácido ascórbico (vitamina C), por lo que se utilizan para combatir el escorbuto y la fiebre.

El canelo tiene propiedades antibacterianas, insecticidas y antiinflamatorias, por lo que se utiliza para aliviar la sarna, limpieza de lesiones cutáneas y eliminar abscesos. También es utilizada para aliviar dolores reumáticos y disminuye el dolor en úlceras. Mejora los moretones y baja la presión arterial. Su consumo excesivo puede producir náuseas, vómitos y diarreas.

Ciprés de la cordillera

Austrocedrus chilensis

Conífera de la familia Cupressaceae que alcanza los 20 a 25 m de altura que se extiende desde Aconcagua (Región de Valparaíso) hasta Palena (Región de Los Lagos), en ambas cordilleras hasta los 2.000 m de altitud. Su estado de conservación es vulnerable. El árbol tiene una forma piramidal con ramas aplanadas y hojas escamosas. Puede formar parte del bosque caducifolio mediterráneo andino con roble (*Nothofagus obliqua*) o del

bosque resinoso templado andino con coihue (*N. dombeyi*). Su estado de conservación es Vulnerable.

En el ámbito medicinal se utilizan las hojas y frutos, donde el primero cumple una función sudorífica y el segundo como antidiarreico, siempre y cuando los frutos estén en polvo. Posee variadas sustancias químicas, como aceites esenciales, flavonoides y lignanos, estos últimos con propiedades citotóxicas, por lo que se les puede utilizar como antibacterianos antimicrobianos o inmuno supresores.



Ciprés de la cordillera

Laurel

Laurelia sempervirens

Es un árbol frondoso perteneciente a la familia Monimiaceae y puede alcanzar los 40 m de altura. Crece en ambas cordilleras en suelos profundos y húmedos. Se distribuye entre Colchagua (Región del Libertador Bernardo O'Higgins) y

Puerto Montt (Región de Los Lagos) hasta los 700 m de altitud. Forma bosques mixtos con roble (*N. obliqua*) y lingue (*Persea lingue*). Sus hojas son verde oscuras de borde dentado, sus flores son pequeñas, con numerosos tépalos blanco-amarillentos e inconspicuas; sus frutos son numerosos aquenios densamente pubescentes.

En el aspecto medicinal, tiene variados usos. Se utilizan las flores, corteza y hojas para tratar resfríos, problemas digestivos o enfermedades venéreas. También se utiliza en baños para aliviar reumatismos crónicos. Se puede preparar una pomada en base de hojas en polvo para afecciones asociadas a herpes u otra afección cutánea. También el pueblo mapuche lo considera como planta «fuerte» para tratar dolores de cabeza, como diurético, para friegas corporales calientes y como «contra». Su estado de conservación es Casi amenazada.



Laurel

Lingue

Persea lingue

Pertenece a la familia Lauraceae, alcanza los 20 a 25 m de altura, se distribuye desde la Región de Valparaíso hasta Chiloé (Región de Los Lagos), siendo más común en las provincias de Malleco, Cautín y Valdivia, bajo los 700 m de altitud. Se caracteriza por ser siempreverde, de crecimiento rápido, con follaje denso y hojas coriáceas de color verde por la superficie y envés algo rojizo. Está presente en bosques caducifolios mediterráneos costeros con hualo (*Nothofagus glauca*) por el norte y bosques caducifolios templados con roble (*N. obliqua*) por el sur. También se asocia con laurel hacia el sur y con peumos (*C. alba*), boldos (*P. boldus*) y quillayes (*Quillaja saponaria*) por el norte. Su estado de conservación es Preocupación Menor.

Entre sus propiedades medicinales las hojas tienen características de ser astringentes. La corteza, rica en taninos, se utiliza en infusión para la disentería crónica (inflamación del intestino), tumores, leucorreas y metritis crónica.



Lingue

Maitén

Maytenus boaria

Árbol siempreverde que puede alcanzar los 20 a 25 m de altura perteneciente a la familia Celastraceae. Se distribuye desde Coquimbo (Región de Coquimbo) hasta Chiloé (Región de Los Lagos), siendo poco común en la zona costera. Su corteza es gris algo agrietada y las hojas tienen forma lanceolada de color verde claro. Las flores son inconspicuas y crecen en la zona axilar de las hojas, sus frutos corresponden a pequeñas cápsulas. Por su amplia distribución, crece en distintas condiciones ambientales.

Medicinalmente se utilizan las hojas, semillas y corteza. Las primeras se usaban como extracto acuoso para dolores internos, en cambio la corteza

se utiliza como purgante. Las hojas en infusión tienen la propiedad de ser anti-febrífugas y sirven para limpiar erupciones cutáneas.



Maitén

Maqui

Aristotelia chilensis

Arbolito siempre verde, dioico, que puede alcanzar hasta 6 m, crece de preferencia en lugares húmedos y pertenece a la familia Elaeocarpaceae. Su distribución es entre Illapel (Región de Coquimbo) y Chiloé (Región de Los Lagos) por ambas cordilleras y depresión intermedia, también en el archipiélago de Juan Fernández donde ha sido introducida. Es una especie colonizadora, ya que es una de las primeras que aparecen ante una perturbación. Es de corteza lisa, blanda y clara, sus hojas son ovado-lanceoladas con borde aserrado. Presenta una llamativa coloración rojiza en sus ramas jóvenes y pecíolos de las hojas. Sus flores son pequeñas de color amarillo pálido poco vistosas; sus frutos son

pequeñas bayas comestibles de color negro violáceo.

El maqui es rico en flavonoides, cumarinas, esteroides, taninos y alcaloides, y ha sido tradi-

cionalmente muy usado por la etnia mapuche para la cura de múltiples dolencias. Las hojas secas en polvo como pomada sirven para curar heridas y cicatrices. Sus hojas en infusión se



Maqui

utilizan para aliviar afecciones de la garganta, úlceras bucales y tumores intestinales. Los frutos tienen la propiedad de ser antidiarreicos y mejorar enteritis simples y disenterías. En medicina mapuche es considerada una especie de la categoría de «plantas frescas o suaves».

Notro o ciruelillo

Embothrium coccineum

Arbolito caducifolio, frecuente, perteneciente a la familia Proteaceae. Se distribuye entre el río Maule y la Región de Magallanes preferentemente en lugares húmedos. Su corteza es lisa, posee hojas oblongo-ovales a lineares con borde liso,



Notro

las flores son rojas vistosas, sus frutos son leñosos y corresponden a folículos, con semillas aladas.

Externamente se utiliza como cicatrizante. La cocción de hojas y cáscara es usada para afecciones glandulares y el vapor producido ayuda a aliviar el dolor de muelas. En uso externo se usa como cicatrizante.

Palo santo

Weinmannia trichosperma

Es un árbol de crecimiento lento, siempreverde de la familia Cunoniaceae. Se encuentra presente en ambas cordilleras desde la Región del Maule hasta la península de Taitao, preferentemente en suelos húmedos y/o pantanosos. Es una especie típica del bosque valdiviano; en el norte se encuentra asociado a cursos de agua. Forma parte del bosque laurifolio templado costero con tepa (*Laureliopsis philippiana*). Puede alcanzar alturas de 25 a 30 m, sus hojas son compuestas, imparipinnadas y coriáceas con raquis alado. Flores pequeñas, hermafroditas, blancas y luego se tornan rosadas, en racimos densos.

Sus frutos son cápsulas ovoides de color castaño clara a rojiza en la madurez.

Posee propiedad astringente y balsámica en sus hojas y corteza. La infusión se utiliza para tratar diarreas crónicas y como vulneraria.



Palo santo

Peumo

Cryptocarya alba

Especie de la familia Lauraceae que alcanza unos 20 m de altura. Se distribuye desde la Región de Coquimbo hasta la provincia de Valdivia (Región de Los Ríos) por ambas cordilleras, pero más abundante en la depresión intermedia. En el norte prefiere lugares húmedos y hacia el sur lugares más secos. Es un árbol siempreverde, de follaje denso con hojas coriáceas y aromáticas por la presencia de aceites esenciales, lisas, de margen ondulado, de color verde brillante en la cara superior y blanquecinas en su cara inferior. Sus flores son color crema, inconspicuas, escondidas en las axilas de las hojas. Su fruto es una drupa de color rojo intenso. Integra preferentemente los matorrales y bosques esclerófilos del centro-sur del país, asociado a boldo, litre y quillay.



Peumo

Lo que se utiliza para fines medicinales son las hojas y corteza, esta última rica en taninos, sustancias empleadas en curtidurías y para teñir el cuero de color anaranjado. Otros importantes componentes químicos presentes en el peumo son

alcaloides y flavonoides. Hojas y corteza se emplean en infusión, para afecciones hepáticas, limpiar heridas y hemorragias vaginales, y en forma de baños para el reumatismo.

Radal

Lomatia hirsuta

Pertenece a la familia Proteaceae, distribuyéndose desde la Región de Coquimbo a Chiloé por ambas cordilleras. Forma parte de los bosques esclerófilos mediterráneos andinos con litre (*Lithrea caustica*), también presente en bosques húmedos valdivianos y como matorral secundario. Puede alcanzar los 15 m de altura, pero se halla generalmente en forma arborescente. Posee hojas grandes de aspecto coriáceo y brillantes, con flores zigomorfas, hermafrodi-

tas, amarillo-verdosas; su fruto seco corresponde a un folículo subleñoso, con semillas aladas.

Posee algunos compuestos naftoquinónicos como juglona, además de cumarinas y flavonoides. Tiene propiedades antiasmáticas y antitusivas. Con las hojas al estar secas, se prepara una infusión que se utiliza como descongestionante natural en casos de bronquitis y asma. La corteza cocida tiene propiedad purgativa, la que se hace hervir hasta que el agua adquiera un color rojo vinoso.



Radal

PARA SABER MÁS

- DURÁN T, J GUIDEL & E HAUENSTEIN (1997) Conocimientos y vivencias de dos familias wenteche sobre medicina mapuche. Dirección de Extensión Académica, Universidad Católica de Temuco y Ediciones LOM. 99 pp.
- HOFFMAN A (2005) Flora silvestre de Chile: zona araucana. 5ª edición. Ediciones Fundación Claudio Gay. Santiago. 257 pp.
- MUÑOZ M, E BARRERA & I MEZA (1981) El uso medicinal y alimenticio de plantas nativas y naturalizadas de Chile. Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Publicación Ocasional N° 33: 3-91.
- MUÑOZ O, M MONTES & T WILKOMIRSKY (2001) Plantas medicinales de uso en Chile: química y farmacología. Editorial Universitaria, Santiago. 330 pp.
- RODRÍGUEZ R, E RUIZ & JP ELIZALDE (2005) Árboles en Chile. Editorial universidad de Concepción, Chile. 183 pp.
- ROMERO M & E HAUENSTEIN (2014) Árboles de Temuco. Ediciones Universidad Católica de Temuco. 180 pp
- VOGEL H, I RAZMILIC, J SAN MARTÍN, U DOLL & B GONZÁLEZ (2008) Plantas medicinales chilenas. 2ª edic. Editorial Universidad de Talca, Chile. 193 pp.

BOSQUES DE ARAUCARIA

PELIGROS PARA UNA ESPECIE MILENARIA

Incendios forestales, enfermedades no identificadas y sobre extracción de semillas ponen en riesgo la sustentabilidad de los bosques y la continuidad de la especie.

Por Rodrigo Gutierrez Ibáñez¹

Antecedentes

Araucaria araucana (Molina) K. Koch, es una especie de la familia de las Araucariaceae endémica de los bosques subantárticos de América del Sur. Su origen se remonta a los 260 millones de años en el período Triásico y en la actualidad presenta una distribución en dos áreas

discontinuas que abarcan la Cordillera de los Andes de Chile y Argentina y la Cordillera de la Costa de Chile. El Tipo Forestal Araucaria cubre en el país una superficie de 253.739 ha, de las cuales 91.043 se encuentran incluidas en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE). En Argentina toda la superficie cubierta por la especie (180.000 ha aproximadamente) está protegida en Parques Nacionales.

La especie corresponde a una conífera de lento crecimiento que puede superar los 1.000

años de edad y presentar incrementos anuales que oscilan entre 5 y 8,2 cm en altura, entre 2,3 y 2,7 mm en diámetro y del orden de 1 a 2,3 m³ en volumen. Se encuentra catalogada como especie Vulnerable según el Tercer Proceso de Clasificación de Especies llevado a cabo el año 2008 por el Ministerio del Medio Ambiente, basado según los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Está incluida en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora y Silvestres

¹ Ingeniero Forestal, estudiante del programa de Magíster en Recursos Naturales, mención Biodiversidad y Manejo de Vida Silvestre de la Universidad Católica de Temuco. Departamento de Ciencias Ambientales, Facultad de Recursos Naturales. Correo electrónico: rogutib@gmail.com

(CITES), y posee la condición de Monumento Natural desde el año 1990, a raíz de lo cual, la especie no solamente está impedida de ser comercializada internacionalmente, sino que también posee una prohibición absoluta de corta en Chile.

La Araucaria fue utilizada ancestralmente por el pueblo Mapuche-Pehuenche, tanto en alimentación (piñones), calefacción (leña), construcción (madera), medicina (resina), entre otros usos. Al principio del siglo XIX con la incorporación de ganadería y uso del fuego por parte de las poblaciones indígenas y de los colonos, comenzó el proceso paulatino de degradación de sus bosques, tanto por sobreexplotación como por degradación por incendios. Posteriormente, con el aumento poblacional, la utilización de los piñones fue creciendo, impulsada por las necesidades alimentarias de las comunidades locales y por la extracción indiscriminada de comercializadores ajenos a las localidades con bosques de araucaria.

Gran parte de la población pehuenche que habita en la Cordillera de los Andes, se dedica entre verano y otoño a la recolecta y almacenamiento de piñones de araucaria. El piñón cumple un rol importante dentro de la economía familiar, siendo usado como insumo principal de procesos alimentarios y económicos. El piñón constituye la razón y el sustento para habitar estas tierras ancestralmente siendo parte integral de su cosmovisión.

Araucaria araucana en la cordillera de los Andes. Fotografía: Liza Jofré.



Condiciones en la que se desarrollan los bosques de araucaria

Los bosques de araucaria se desarrollan en climas templado-cálido con fuerte influencia mediterránea, especialmente en las áreas más septentrionales; en climas fríos o de presencia de nieve debido a la altitud, que es aquel que se desarrolla en las partes altas de la Cordillera de los Andes, tanto en Chile como Argentina; y también en climas fríos de estepa característicos de Argentina.

Los suelos donde crece araucaria en la Cordillera de los Andes, se han desarrollado a partir de rocas volcánicas andesíticas y basálticas cuaternarias. La mayor parte de este sustrato está cubierto por cenizas volcánicas recientes, pumicitas y escorias volcánicas. En la Cordillera de Nahuelbuta, los suelos se han desarrollado *in situ* sobre material residual, en algunos sectores sobre granodiorita y en otros sobre material metamórfico del tipo micaesquistos. Son suelos bien drenados y ácidos. Los suelos de la Cordillera de Nahuelbuta, son más orgánicos con capas más profundas que en los Andes.

Producción y dispersión de semillas

Los individuos son generalmente dioicos, es decir, presentan las estructuras reproductivas masculinas y femeninas en árboles separados, pero ocasionalmente se presentan individuos hermafroditas o monoicos. En la zona de Lonquimay sólo un 33% de los individuos de una población natural participan en el proceso reproductivo, de los cuales 43,5% son ejemplares femeninos y 56,5% son masculinos.

Cono femenino en formación.

Fotografía: Liza Jofré



Estudios realizados por investigadores en 1995 y 2009 en cuatro sectores de Lonquimay (Figura 1) muestran la producción de conos por hectárea en bosques de araucaria.

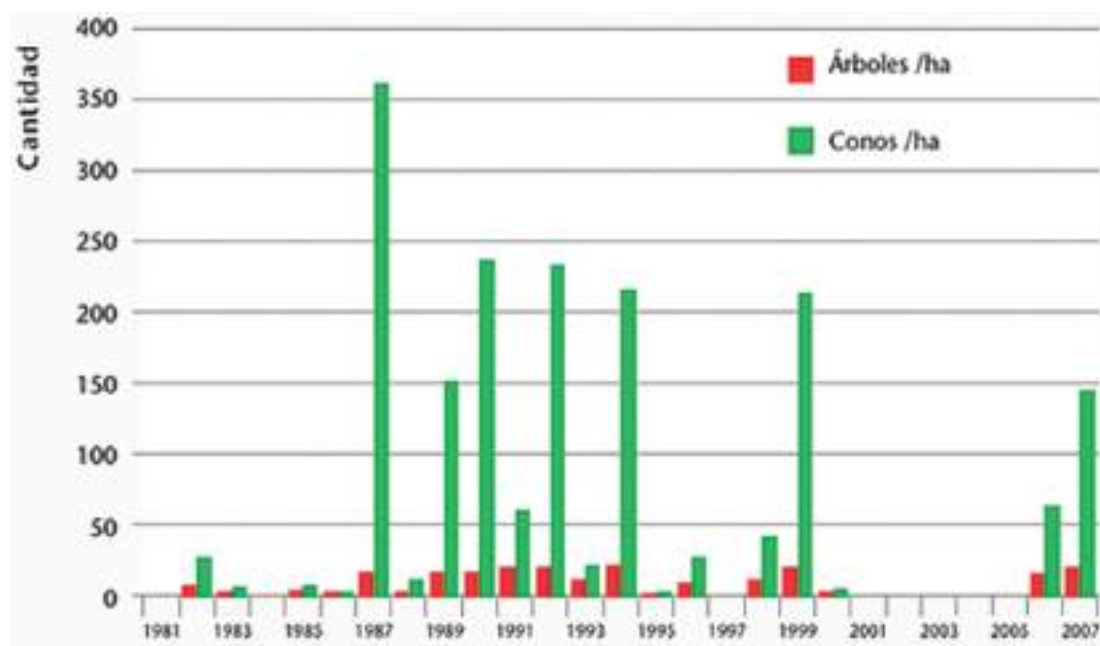


Figura 1. Producción de conos y número de árboles reproductivos en un bosque natural de araucaria, en predio Chipalco, Lonquimay, durante período 1981 a 2007 (Fuente: FIA).

En la Figura 1 se observa una producción de conos altamente variable en el tiempo, comportamiento normal en las especies del género *Araucaria*. La producción de conos puede ser abundante en períodos de entre dos a cinco años. Sin embargo, la producción heterogénea de la especie es corroborada por Caro (1995) indicando que, en bosques con mayores intervenciones silvícolas que aumentan la capacidad de luz en las copas, la productividad de conos es mayor.

Según FIA (2011), para la localidad de Lonquimay se estima que los años de alta producción corresponden a aquellos en que se colectan entre 788 a 938 toneladas, mientras que, en años de baja producción, se colectan entre 273 a 325 toneladas.

Situación actual

Los estudios realizados en la década del ochenta, antes del Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile, indicaban una superficie de *Araucaria araucana* de

300.317 hectáreas, con una extensión de 286.037 hectáreas en la Cordillera de los Andes y 14.280 hectáreas en la Cordillera de la Costa.

La actualización del Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile (2011) mostró que el 22% de la superficie continental del país (16.676.875 ha) estaba cubierta por bosques, de los cuales el 81,6% (13.559.610 ha) correspondían a bosques nativos, el 17,2% (2.872.007 ha) a plantaciones forestales y el 0,7% (123.756 ha) a bosques mixtos. Respecto al tipo forestal Araucaria, la actualización indica que alcanza una superficie de 253.739 ha (1,9%), entendiendo por este tipo forestal a todas las formaciones que tienen una superficie mínima de 6,2 ha y una cobertura de copa de al menos 10% de *Araucaria araucana*, respecto de la cobertura total de la formación vegetal en dicha superficie.

La información al año 2014 publicada en la página de la Corporación Nacional Forestal señala que la Región del Biobío posee 39.917,8 hectáreas del tipo forestal Araucaria y que la Región de la Araucanía posee 199.460,1 hectáreas. Esto totaliza 239.377,9 hectáreas a nivel nacional, lo que implica una reducción de 14.361 hectáreas respecto a la información consignada en la actualización del catastro del año 2011.

Normativa de protección

La araucaria es probablemente una de las especies más protegidas en la actualidad de todas aquellas que conforman el bosque nativo. Esto de alguna manera explica que su superficie se ha mantenido estable en los últimos veinte años.

En términos de normativa, se debe separar aquella regulación a los bosques de araucaria dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE) y que constituyen el 49% de la superficie total presente en el país, de aquella regulación orientada a los bosques que se encuentran fuera del SNASPE.

Los bosques presentes en áreas protegidas están regulados por el decreto N° 531, del 23 de agosto de 1967, publicado en el Diario Oficial del 4 de octubre del mismo año, que, previa aprobación del Congreso Nacional, ordenó cumplir como Ley de la República la Convención para la Protección de la Flora, la Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América, firmada en la ciudad de Washington, el 12 de octubre de 1940. Esta Convención en la práctica es la principal norma legal que protege los parques y reservas del país, en ausencia de una ley de carácter nacional. Se debe recordar que la Ley N°18.362 de 1984 que crea el SNASPE

nunca entró en vigencia y que el proyecto de ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas, presentado por el Presidente Piñera en enero de 2011 al Congreso, continúa en tramitación, incluida una indicación sustitutiva el año 2014, durante el segundo mandato de la Presidenta Bachelet.

La protección que entrega la Convención de Washington desde el año 1967 se complementa con decretos de los años 1974, 1976 y 1987; los que con distintos alcances, declararon Monumento Natural a la especie *Araucaria araucana*, determinando la inviolabilidad y prohibición absoluta de corta de los ejemplares de la especie afectada por la declaración. Finalmente, el año 1990, mediante el decreto supremo N°43 declaró a la especie Monumento Natural para cualquier ejemplar, indistintamente de su estado o edad, que habite dentro del territorio nacional, ampliando el decreto del año 1987 que protegía a la especie únicamente respecto de los pies o individuos existentes en parques nacionales o en otros lugares que el decreto señala, permitiéndose su corta o explotación, en los terrenos donde la especie no estaba amparada por la declaración.

De esta manera la especie quedó protegida en todo el territorio, de acuerdo a la definición y espíritu de la “Convención para la Protección de la Flora, la Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América”. Esto último significa que no se extiende esta protección a ejemplares fuera de sus formaciones naturales (árboles ornamentales plantados por el hombre en centros urbanos, por ejemplo).

A esta protección mediante su declaración de Monumento Natural se sumó el año 2008 la protección que le confiere la Ley 20.283 de Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, que en su artículo 19 prohíbe la corta y alteración del hábitat de especies protegidas. Esta prohibición de alteración del hábitat se interpreta como una ampliación de la regulación de corta a las especies acompañantes de la araucaria (por ejemplo, lenga y ñirre).

La aplicación del artículo 19 a la araucaria se basa en que la especie está clasificada como Vulnerable en el Tercer Proceso de Clasificación de Especies llevado a cabo el año 2008 por el Ministerio del Medio Ambiente, lo que implica a su vez que los bosques de araucaria son bosques de preservación según la definición de la ley.

Problemática actual

Extracción de piñones

Pese a su categoría de Monumento Natural y la consiguiente prohibición de corta, la especie enfrenta una serie de problemas que pueden amenazar su estado actual. Como ya se mencionó, está la extracción de piñones como una actividad tradicional de las comunidades pewenches y una actividad comercial para un conjunto no identificado de habitantes de la zona de distribución de la especie. Existen estudios, tanto en Chile como en Argentina, que han buscado evaluar el impacto de la extracción de piñones sobre la regeneración de los bosques de araucarias y la sustentabilidad de la especie en el tiempo. Unos investigadores evaluaron el aprovechamiento de los piñones que tiene lugar en tres localidades de la comuna de Lonquimay, Región de La Araucanía, estableciendo 90 parcelas de monitoreo permanente con el fin de estimar los montos de piñones disponibles, la permanencia de éstos y el reclutamiento de regeneración de *A. araucana*. El estudio determinó que, en las localidades con mayor número de familias y cabezas de ganado por hectárea, la cantidad de semillas que permanece en el bosque es significativamente menor. Esta situación se repite al analizar la regeneración natural de araucaria. Los autores concluyeron que, para asegurar la sostenibilidad de estos bosques, es necesario regular el consumo de piñones por el ganado y la tasa de recolección.

Más recientemente investigadores de la Universidad de la Frontera, basados en un estudio realizado en la comuna de Carahue, Región de La Araucanía, determinaron que la sobreexplotación de piñones debía ser enfrentada con una veda a la extracción y, adicionalmente, la actualización de su clasificación, pasando de Vulnerable a En Peligro.

Esta proposición ha encontrado el rechazo de las comunidades pewenches, ya que no fueron consultadas. Además, si bien una veda reduciría la tasa de extracción comercial de piñones, no afectaría el impacto de la presión ganadera, que tiene un rápido efecto negativo sobre la regeneración. Diversos investigadores señalan que en la zona de Rucachoroi, Argentina, los animales domésticos consumidores de semillas, brotes y plantines de araucaria ejercían una presión de 11 a 200 veces superior a la provocada por la fauna silvestre nativa, y el hombre ejercería un nivel de presión similar o mayor a la fauna silvestre nativa debido a la recolección de piñones.

Por lo mismo, para asegurar la sostenibilidad de los bosques de

araucaria, Donoso y Peñas (2014) señalan que es urgente limitar el ingreso de ganado a ellos y regular su consumo de piñones. Además, es necesario determinar la tasa máxima de recolección y establecer medidas que aseguren la regeneración de estos bosques.

Incendios forestales

Complementariamente al impacto de la extracción de piñones sobre la sustentabilidad de la especie, se encuentra la amenaza de los incendios forestales. Durante el año 2015 los bosques de araucaria sufrieron los peores incendios de su historia más reciente. Particularmente los bosques presentes en áreas protegidas fueron los más afectados, con 6.599 hectáreas afectadas en la Reserva Nacional China Muerta y superficies menores en el Parque Nacional Conguillío.

Pese a que la especie es altamente tolerante a las perturbaciones, incluidas los incendios forestales; la sumatoria de impactos provenientes de la extracción de piñones y los incendios, además de los problemas sanitarios que se describirán a continuación configuran un escenario preocupante para la sustentabilidad de la especie y la mantención de su actual superficie.

Uno de los aspectos analizados a raíz del incendio de la Reserva Nacional China Muerta es la falta de acciones de manejo forestal en estas áreas. Al no existir un manejo silvicultural de las reservas, no existe la oportunidad de construir caminos de acceso, reducir la carga de combustible (silvicultura preventiva) y tener una presencia más permanente en el área. Estas omisiones pueden generar escenarios propicios para que incendios forestales en dichas áreas sean más devastadores.

Una política de intervenciones silvícolas en las reservas nacionales debe ser analizado, como parte de una estrategia de manejo preventivo de incendios forestales.

Daño foliar de la araucaria

Durante el año 2016 la Corporación Nacional Forestal informó de la aparición de un número indeterminado de ejemplares de araucaria con severos daños en su follaje. Los síntomas corresponden inicialmente a una clorosis de las ramas basales de los ejemplares, lo que finalmente deriva en una muerte de dichas ramas, pasando luego a las ramas más próximas, expandiéndose hasta provocar la muerte del individuo.

La Corporación ya está realizando prospecciones en terreno, con el fin de determinar la causa y la extensión del problema sanitario que afecta tanto a las araucarias presentes en la Región de Biobío como de La Araucanía. El trabajo que se está llevando a cabo contempla la mirada de distintos especialistas e investigadores del ámbito académico, público y privado, además de las capacidades institucionales.

La prospección se está realizando en toda la zona de distribución de la especie, que es específicamente desde la Región del Biobío, hasta la vertiente sur del volcán Villarrica, en la Región de Los Ríos, para determinar la severidad y dispersión de este fenómeno y cuantificar el número de ejemplares afectados.

Las informaciones preliminares hablan de un 50% de incidencia en la Región de Biobío (15.000 hectáreas) y de un 25% en la Región de la Araucanía. Sin embargo, son cifras preliminares que deben ser confirmadas con las prospecciones actualizadas.

Cabe destacar que, según la Corporación Nacional Forestal, investigadores de la Universidad de La Patagonia, en Argentina, han informado que la especie estaría presentando daños similares en el vecino país.

Comentarios finales

Pese a ser considerada una de las especies forestales nativas más protegidas del país, la situación actual de la *Araucaria araucana* dista de ser tranquilizadora. En los últimos años han confluído amenazas generadas por la acción del hombre, como es la extracción indiscriminada de piñones, pero también amenazas más difíciles de asignar a actores específicos, como es el caso de la incidencia de incendios forestales y la aparición de una sintomatología en el follaje que en algunos casos conlleva la muerte de los ejemplares.



Daño foliar en araucaria, Parque Nacional Conguillío. Fotografía: Rodrigo Gutiérrez.

La conjunción de estas tres amenazas configura un escenario preocupante para la sustentabilidad de la especie en el tiempo. Sin embargo, medidas apresuradas, sin el debido análisis, no ayudarán a mejorar esta situación. Es el caso de la propuesta de una veda a la extracción de piñones o una reclasificación de la especie en una nueva categoría de conservación.

Se requieren más estudios para, por ejemplo, determinar la tasa de extracción máxima de piñones por zona y posteriormente realizar una asignación de extracción prioritaria a las comunidades pewenches. Esto no se ha hecho y pese a que existen estudios, aún queda mucho por determinar, antes de hacer propuestas regulatorias.

Por otra parte, si se determina que faltan regulaciones para enfrentar esta actividad, se deberá discutir la creación de un marco regulatorio específico para la especie y para la extracción de piñones, siempre en consulta participativa y colaboración con las comunidades indígenas respetando el Convenio 169 de la OIT.

Respecto a la modificación de su categoría de conservación, que en la actualidad es Vulnerable, no es aconsejable tomar una medida como esta, sin entregar a los responsables del proceso de clasificación de especies, antecedentes actualizados que justifiquen esta medida. La clasificación actual fue establecida en el Tercer Proceso de Clasificación de Especies llevado a cabo el año 2008 por el Ministerio del Medio Ambiente y se basó en la información más actual con que se contaba en esa fecha. Las solicitudes de revisión deben direccionarse al Ministerio del Medio Ambiente y estar adecuadamente justificadas.

En el caso de los incendios forestales, la propuesta de efectuar intervenciones silvícolas en las áreas protegidas debe ser analizada, como estrategia preventiva de reducción de incendios.

En términos de superficie se aprecia una disminución atribuible principalmente a incendios forestales, periodo 2011-2016, pero también se denota un estancamiento en su disminución o pérdida. Debido a la distribución, ubicación, continuidad de los bosques, los incendios forestales deben y seguirán siendo la mayor preocupación para la protección de la especie, incendios de grandes magnitudes, difíciles de controlar, en periodos no tradicionales deberán tener una consideración mayor.

En resumen, no solo la presión por piñones debe preocupar a la población. Tan preocupante como una extracción sin control de los piñones, son los incendios forestales y, la aparición de síntomas de lo que parece ser una nueva enfermedad que estaría afectando a la especie y que llevará años a los investigadores lograr su identificación y control.

PARA SABER MÁS

CARO M (1995) Producción y dispersión de semillas de *Araucaria araucana* en Lonquimay, Memoria para optar al título de Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. 55pp.

CONAF (2011) Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Monitoreo de Cambios y Actualizaciones. Período 1997 – 2011.

DONOSO S, H SCHMIDT, K PEÑA, F PERRY (2009) *Araucaria araucana* (MOL.) K. Koch "Un recurso promisorio". Universidad de Chile. Serie Ciencias Agronómicas 15: 5-27.

FIA (2011) Ficha de Valorización de Resultados. Proyecto Producción, Técnicas de Poscosecha y Desarrollo de Productos a partir del Piñón. Fundación para la Innovación Agraria. 48 pp.

DIVERSIDAD FAUNÍSTICA DE LA ARAUCANÍA

En La Araucanía se estima la presencia de 41 especies de mamíferos, 199 especies de aves, 24 de anfibios, 15 de reptiles, 17 peces y 13 de pancoras de agua dulce y cuatro camarones

Por Andrés Muñoz-Pedrerós¹ & Marilyn González-Urrutia²

Biodiversidad

Se entiende por diversidad biológica a la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres y marinos y otros

ecosistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. El término biodiversidad fue propuesto por Wilson en el año 1988 como contracción de las palabras biología y diversidad. La diversidad dentro de cada especie, es decir a nivel genético, implica todo el acervo de genes de la especie, por lo tanto, la pérdida de una población es una erosión a la diversidad de esa especie. La riqueza de especies, es la aproximación más usual y se refiere al número de

especies, por ejemplo, de un reino determinado (bacterias, protozoos, cromistas, hongos, plantas o animales). Por último, la diversidad de ecosistemas incluye todos los sistemas de un territorio y para esto existen diferentes formas de agruparlos, como las ecorregiones terrestres, las ecorregiones de agua dulce y las ecorregiones marinas.

Especies nativas, exóticas y endémicas

Las especies nativas o autóctonas son aquellas que viven en forma natural en

¹Médico Veterinario, magíster en ecología, doctor en ciencias ambientales. Profesor de manejo de fauna silvestre para las carreras de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Biología en Gestión de Recursos Naturales, Magíster en Recursos Naturales y Doctorado en Ciencias Agropecuarias. Profesor titular del Departamento de Ciencias Ambientales. ²Bióloga en gestión de recursos naturales, magíster en recursos naturales, miembro del Centro de Estudios Agrarios y Ambientales CEA.

un lugar determinado, a diferencia de las especies exóticas o alóctonas (introducidas) que han sido trasladadas voluntaria o involuntariamente al país (por ejemplo, conejo, guarén, gorrión, visón, chaqueta amarilla, espinillo, retamilla, zarzamora). Por otro lado, las especies endémicas se encuentran naturalmente en un área específica, y en ningún otro lugar, una especie puede ser endémica de una isla pequeña, de un río, de una región, de un país o de un continente. El 25% de las especies nativas de Chile son endémicas de nuestro territorio.

Importancia de la biodiversidad

La biodiversidad tiene valor intrínseco, estético, recreacional, y económico. Tiene valor intrínseco porque es parte de la naturaleza y por lo tanto de los ecosistemas que soportan la vida en el planeta. El valor estético es un recurso natural altamente demandado y los paisajes más preferidos por los visitantes y turistas de los territorio son los que tienen cubierta vegetal, cuerpos de agua y geoformas, y a esto se agrega la fauna silvestre como recurso ecoturístico, y recreacional en las visitas a parques y áreas silvestres. El valor económico puede ser directo o indirecto, por ejemplo, para el primero son productos que se extraen directamente de los ecosistemas, como madera, hongos, algas, peces, frutos, almacén genético para la biotecnología, incluyendo medicamentos y cosméticos. Como ejemplo del valor indirecto están los servicios ecosistémicos, entre los que destacan la regulación del clima, los hábitats de reproducción y alimentación para peces comerciales, fertilidad y ciclo de nutrientes. La biodiversidad es la base para la gestión y el manejo de la conservación biológica de todo el territorio de un país, para la selección artificial de animales, plantas y microorganismos, así como para las biotecnologías aplicadas a la medicina, la farmacia, la industria y la agricultura.

Diversidad faunística de Chile

En Chile se han registrado 825 especies de vertebrados continentales (mamíferos, aves, reptiles, anfibios, peces de agua dulce y peces marinos). De los cuales 157 son mamíferos (102 terrestres y 55 marinos); las aves son 498 especies y los reptiles alcanzan a 135 especies, que incluyen seis tortugas, siete serpientes, cuatro gekos y más de un centenar de lagartos. Para estos tres grupos de fauna no hay información confiable y publicada sobre su distribución en la Región de La Araucanía. Los anfibios son 63 especies y los peces de aguas continentales 44. La fauna de crustáceos malacostráceos de humedales continentales

de Chile reúne, entre otros grupos, a 20 especies de pancoras de agua dulce y ocho especies de camarones. Para proporción de endemismos véase la Tabla 1.

Clase	Total de especies registradas en Chile	% de especies endémicas
Mamíferos	157	10,2
Aves	498	1,8
Reptiles	135	63
Anfibios	63	60
Peces aguas continentales	44	54
Pancoras de agua dulce	20	80
Camarones de agua dulce	8	87,5

Tabla 1. Registros para Chile de vertebrados y crustáceos malacostráceos.

Mamíferos

En La Araucanía se estima la presencia de unas 41 especies nativas de mamíferos, de seis ordenes y 12 familias, excluyendo el orden cetacea. De ellos, unos 19 roedores, un marsupial, al menos cinco murciélagos, 13 carnívoros y dos ciervos. Es notoria la falta de estudios de esta fauna en la región, por lo que es altamente probable que nuevos esfuerzos aumenten el número de especies registradas.

Aves

En La Araucanía se han registrado 199 especies (40% del total de aves de Chile), pertenecientes a 20 ordenes y 47 familias. Esta información proviene de las bases de datos de E-Bird y de Hernández et al. (2018). En la Región de La Araucanía se han registrado 79 especies de aves de humedales, considerando a las asociadas a humedales continentales y litoral marino (aves playeras). Respecto a las aves playeras en Chile existen 52 especies y para lacosta de la Región de La Araucanía se han registrado 27 especies de aves playeras.



Pumas juveniles. Fotografía: Alexander Leibrandt.



Monito del Monte. Fotografía: A. Charrier (De Mamíferos de Chile, 2009).



Chuca. Fotografía: H. Norambuena.

Herpetofauna

Los anfibios están asociados a cursos y cuerpos de agua, es decir humedales, por lo que la protección de estos hábitats es clave para la sobrevivencia de los anfibios. Para la Región de La Araucanía se proponen 24 especies de anfibios y 15 de reptiles. En anfibios cinco especies de la Familia Telmatobiinae, dos de la Familia Batrachylidae, dos de la Familia Calyptocephalellidae, cinco de la Familia Leptodactylidae, tres de la Familia Cycloramphidae, dos de la Familia Leiuperidae y cinco de la Familia Bufonidae. Para reptiles la culebra de cola larga *Philodryas chamissonis*, culebra de cola corta *Tachymenis chilensis*, lagarto cabezón de seis bandas *Diplolaemus sexcinctus*, gruñidor del sur *Pristidactylus torquatus* y 11 especies de la Familia Liolaemidae, lagartija araucana *Liolaemus araucaniensis*, lagarto chileno *Liolaemus chiliensis*, lagartija de panza azul *Liolaemus coeruleus*, lagartija de vientre azul *Liolaemus cyanogaster*, lagartija lemniscata *Liolaemus lemniscatus*, lagartija del volcán Lonquimay *Liolaemus lonquimayensis*, lagartija pintada *Liolaemus pictus*, lagartija de Schroeder *Liolaemus schroederi*, lagartija esbelta *Liolaemus tenuis*, lagartija de Tolhuaca *Liolaemus tolhuaca* y lagartija del volcán Villarrica *Liolaemus villaricensis*.

Peces de agua dulce

La diversidad de peces de agua dulce en Chile es baja, pero con un alto valor sistemático, biogeográfico y de conservación. Son especies de tamaños pequeños, con caracteres primitivos, alto endemismo (54%) y están adaptadas a ríos de alta pendiente y caudal fluctuante. En Chile se han descrito 44 especies nativas que son estrictamente límnicos y diadromicos, incluyendo dos especies de lampreas, una de ellas endémica, pertenecientes a 11 familias y 17 géneros. El 40% de estos peces se encuentran en grave amenaza. En la Región de La Araucanía se han registrado al menos 17 especies. Lamprea de bolsa *Geotria australis*, lamprea de agua dulce *Mordacia lapicida*, puye *Brachygalaxias bullocki*, puye *Galaxias maculatus*, farionela listada, *Aplochiton zebra*, peladilla *Aplochiton taeniatus*, pocha de los lagos *Cheirodon galusdae*, pocha *Cheirodon kiliani*, tollo de agua dulce *Diplomystes nahuelbutaensis*, bagre pintado *Trichomycterus areolatus*, bagre de Maldonado *Bullockia maldonadoi*, bagre grande *Nematogenys inermis*, perca, trucha *Percichthys trucha*, carmelita *Percilia gillissi*, pejerrey de cola corta *Odontesthes brevianalis*, cauque *Odontesthes mauleanum* y pejerrey *Basilichthys australis*.



Culebra de cola corta. Fotografía: E. Ziehlmann.



Lagartija pintada. Fotografía: A. Muñoz-Pederos.



Rana de antifaz. Fotografía: A. Muñoz-Pederos.



Rana moteada. Fotografía: A. Muñoz-Pedrerós.

Pancoras y camarones

En la Región de La Araucanía se han registrado 13 especies de pancoras de agua dulce (65% del total para Chile): pancora pewenche *Aegla pewencha*, pancora occidental *Aegla occidentalis*, pancora *Aegla denticulata denticulata*, pancora de Cholchol *Aegla cholchol*, pancora *Aegla spectabilis*, pancora de Abtao *Aegla abtao*, pancora araucana *Aegla araucaniensis* y pancora de Mann *Aegla manni*. Respecto a los camarones, en la Región de La Araucanía se encuentran cuatro: el camarón de vega del sur *Parastacus nicoleti*, el camarón de vega del norte *Parastacus pugnax*, el camarón de río *Samastacus spinifrons* y el camarón enano *Virilastacus araucanius*.



Camarón de vega. Fotografía: A. Muñoz-Pedrerós.

Síntesis

En síntesis, estimamos la presencia de 41 especies de mamíferos, 199 aves, 15 reptiles, 18 anfibios, 17 peces de agua dulce, 13 pancoras y cuatro camarones malacostráceos. Las aves son las dominantes en frecuencia y diversidad; sin embargo, las especies más amenazadas son los peces de agua dulce, los anfibios y las pancoras, los menos visibles, pero los de mayor riesgo de extinción.

Coipos juveniles. Fotografía: E. Salgado.



PARA SABER MÁS

- BARROS R, A JARAMILLO & F SCHMITT (2015) Lista de las Aves de Chile 2014. La Chiricoca 20: 79-100.
- DEMANGEL D (2016) Reptiles de Chile. Fauna Nativa Ediciones. 619 pp.
- HABIT E, B DYER & I VILA (2006) Estado de conocimiento de los peces dulceacuícolas de Chile. Gayana 70(1): 100-113.
- JARA C, EH RUDOLPH & ER GONZÁLEZ (2006) Estado de conocimiento de los malacostráceos dulceacuícolas de Chile. Gayana 70(1): 40-49.
- LOBOS G, M VIDAL, C CORRERA, A LABRA, H DÍAZ - PÁEZ, A CHARRIER, F RABANAL, S DÍAZ & C TALA (2013) Anfibios de Chile, un desafío para la conservación. Ministerio del Medio Ambiente, Universidad de Chile, Red Chilena de Herpetología. Santiago de Chile. 104 p.
- MEDRANO F, R BARROS, HV NORAMBUENA, R MATUS & F SCHMITT (eds.) (2018) Atlas de las aves nidificantes de Chile. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile. Santiago de Chile. 678 pp.
- MMA (2017) Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030. Santiago de Chile. 98 pp.
- MUÑOZ-PEDREROS A & J YÁÑEZ eds (2009) Mamíferos de Chile. CEA Ediciones, 2ª Edición. Valdivia.
- ORTIZ JC & H DÍAZ-PÁEZ (2006) Estado del conocimiento de los anfibios de Chile. Gayana 70 (1): 114-121.
- FIA (2011) Ficha de Valorización de Resultados. Proyecto Producción, Técnicas de Poscosecha y Desarrollo de Productos a partir del Piñón. Fundación para la Innovación Agraria. 48 pp.

Pudú macho.



DETERMINACIÓN DE EDAD Y SEXO EN VERTEBRADOS TERRESTRES

La determinación de la edad y sexo de los vertebrados es un aspecto clave para la toma de decisiones relacionadas al manejo de fauna silvestre.

Por María Loreto Miranda¹

Vertebrados nativos de Chile

Los vertebrados nativos terrestres de Chile poseen una gran diversidad de representantes donde podemos encontrar desde grandes mamíferos como huemules y pumas, a micromamíferos como el marsupial monito del monte y distintos roedores. También numerosas aves como

el imponente cóndor andino o los diminutos picaflores y una gran diversidad de pequeños herpetozoos (anfibios y reptiles), entre muchos otros. Por lo tanto, las técnicas para determinar edad y sexo en distintas especies también son muy diversas, ya que dependen de las características biológicas de cada especie. En este artículo se presentan algunas técnicas para la determinación del sexo y edad de animales vertebrados terrestres.

Generalidades

En general, edad y sexo son determinados principalmente por características físicas internas y externas de los animales. Existen diferentes técnicas para su determinación; algunas pueden realizarse al visualizar el animal a distancia, otras donde debemos manipularlo para realizar la identificación y otras donde se requiere la toma de muestras biológicas, por lo tanto técnicas de laboratorio para

¹ Médico Veterinaria, Magister en Recursos Naturales de la Universidad Católica de Temuco.

obtener resultados. Existe una estrecha relación entre las variables edad y sexo en los vertebrados debido a que cuando un individuo alcanza la madurez sexual se convierte en adulto reproductor.

Determinar la edad exacta de un animal de vida silvestre es muy difícil, a menos que sepamos la fecha de nacimiento del animal, por lo tanto, lo que generalmente se usa en campo es determinar el grupo etario en el que se encuentran los individuos (e.g., juvenil, inmaduro, adulto). Estos grupos etarios son diferentes dependiendo de las especies o grupos de estudio. Especialistas con amplia experiencia en la identificación en campo podrían clasificar a individuos de vida silvestre más específicamente asignando una edad con mayor exactitud.

Determinación de la edad en aves

La clasificación del grupo etario en aves se basa principalmente en la identificación de características del plumaje de los individuos a través del estudio de la muda, que es el cambio o reposición de sus plumas. El proceso de muda es diferente en cada especie y puede variar dentro de la misma especie según la edad, el sexo o condiciones ambientales. Este proceso está poco estudiado para las aves de Sudamérica. En América del Norte se usa la nomenclatura Humphrey - Parkes que consiste básicamente en la definición de diferentes estrategias de muda de las especies. Esta nomenclatura además de ser usada para la determinación de la edad puede utilizarse para aspectos como reproducción, recursos

alimentarios, migración, evolución, entre otros.

En términos generales las aves pasan por cuatro etapas de desarrollo, las cuales determinan su grupo etario: (1) polluelo o pichón, es un ave recién nacida, cubierta de plumón o en etapa de desarrollo de sus primeras plumas; (2) juvenil, posee sus primeras plumas y puede volar, dura hasta que comienza su primera muda; (3) inmaduro, es un ave que aún no puede reproducirse, podría tener plumaje de adulto; (4) adulto, es un ave que tiene potencial para reproducirse, puede o no tener el plumaje completo de adulto (depende de la especie) (Figura 1). La señal más clara de que un individuo es un adulto reproductor es que se detecte en él algún código de reproducción, los cuales están muy bien



Figura 1. Tagua cornuda (*Fulica cornuta*) alimentando sus polluelos. Se puede observar la diferencia entre el plumón de los polluelos y las plumas de los adultos. Fotografía: María Loreto Miranda.



Figura 2. Aguilucho hembra (*Geranoaetus polyosoma*) alimentando un juvenil. Fotografía: Felipe de Groote.

descritos en el libro *Atlas de las aves nidificantes de Chile* de la Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC). En este, se describen una serie de códigos para confirmar la reproducción de una especie: ocupación de un nido, individuo alimentando pollos que han dejado el nido (Figura 2), transporte de sacos fecales (estructuras mucosas que contiene las defecaciones de aves nidícolas), individuo transportando alimento para los pollos (Figura 1), realización de despliegue para distraer a predadores, presencia de parche de incubación (zona carente de plumas en la región ventral del ave que permite transferir calor al huevo en la anidación).

En algunos grupos de aves la categorización es mucho más compleja, como es el caso de las aves rapaces. El águila de pecho negro, por ejemplo, presenta una nomenclatura distinta representada por la muda de su plumaje, pasando por un mínimo de cuatro plumajes básicos hasta llegar al definitivo de adulto

aproximadamente al cuarto año de vida.

Existen otras técnicas de determinación etaria en aves como el estado de la protuberancia cloacal que permite separar individuos no reproductivos de machos

reproductivos y la denominada *Skulling* que consiste en palpar la osificación de los huesos de cráneo y es usada para estimar la edad en passeriformes en los primeros 4 - 6 meses después de dejar el nido, y en algunos casos a lo largo del primer año.

Determinación de la edad en mamíferos

En el caso de los mamíferos, las técnicas para determinar la edad se basan principalmente en la diferencia entre juveniles y adultos mediante la búsqueda de características externas e internas. Las principales características externas son el peso, tamaño y coloración de los animales. Los individuos adultos son más pesados y de mayor tamaño, además presentan coloración definitiva, como es el caso del ciervo pudú que en etapa de cervatillo presenta manchas amarillentas en el dorso y región lateral del cuerpo que desaparecen aproximadamente a los tres meses cuando adquieren la coloración típica de estado adulto y se tornan de color rojizo oscuro. Además en los machos se puede determinar la edad más exacta mediante el tamaño de las astas que aparecen a los 12 meses y alcanzan su tamaño máximo a los cinco o seis años de vida (Figura 3).

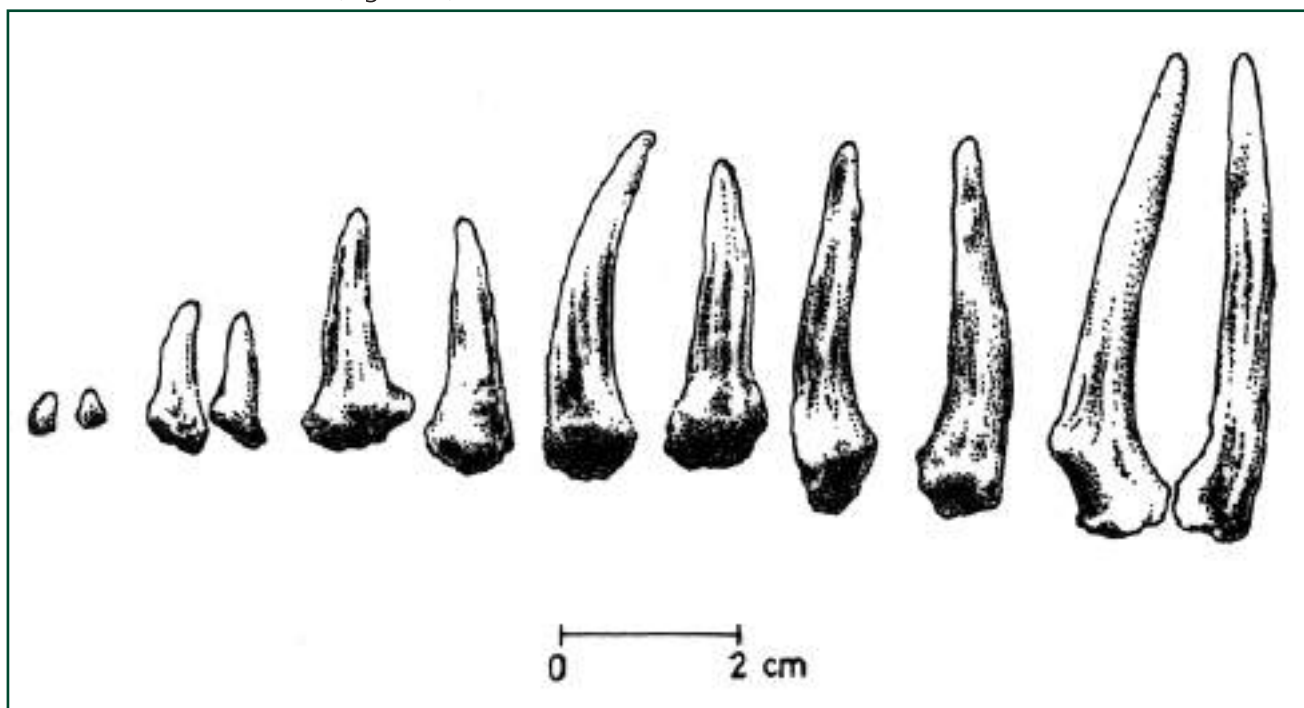


Figura 3. Astas de macho de pudú (*Pudu pudu*) de 1 a 6 años de edad. Tomado de González (2009), En: Muñoz-Pedreros & Yáñez eds.

El estudio de la dentición es otra forma de identificación de la edad en los mamíferos. Es usada comúnmente en mascotas y equinos, pero también se aplica en mamíferos silvestres. Consiste principalmente en la observación de diferentes rasgos como: la presencia/ausencia de la dentadura decidua (de leche), las capas de anillos detectables en el cemento y dentina, las fechas de erupción, el desgaste dentario y la coloración de los dientes, entre otros. Por ejemplo individuos con mayor desgaste dentario poseen mayor edad (Figura 4). Por otra parte, existen técnicas que se pueden realizar en el examen posmortem de un animal (necropsia), como por ejemplo el estudio del peso de los cristalinos (lente natural del ojo) los que, debido a que son estructuras que crecen toda la vida, son útiles para clasificar grupos etarios.

Entre las características físicas internas se describe también el cierre epifisial (cuando los huesos largos del cuerpo se osifican totalmente al alcanzar la adultez) y las características de las estructuras óseas pubiales que terminan su formación cuando un individuo alcanza la madurez sexual. También, en varios mamíferos, existe un hueso en el pene llamado Baculum, el cual mediante sus características radiológicas y/o morfométricas permite determinar la edad de algunas especies como el castor, el visón, y la laucha

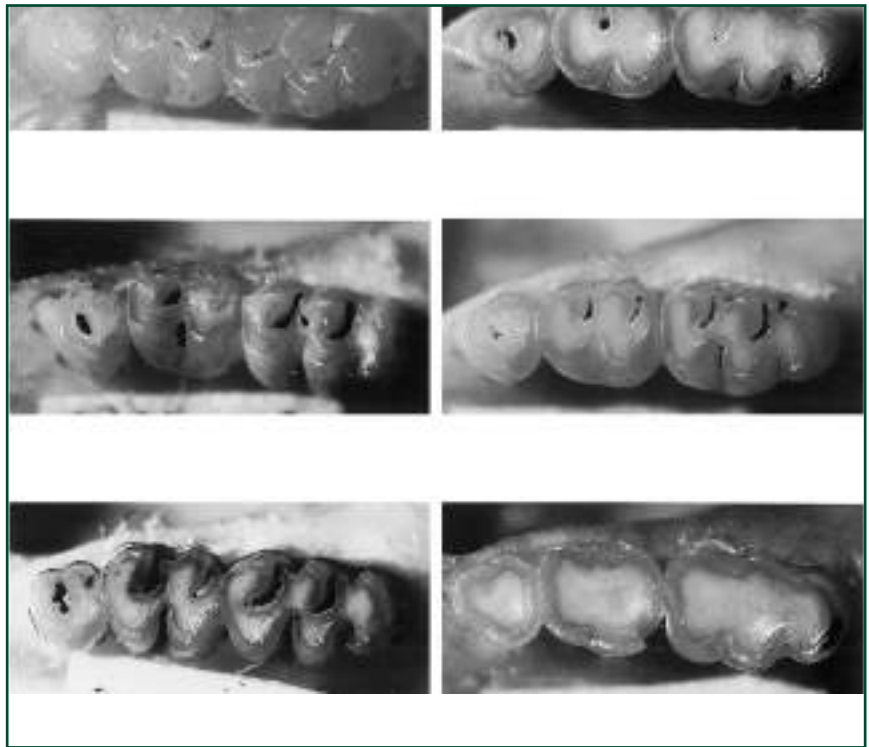


Figura 4. Diferentes estados del desgaste dentario en ratón oliváceo (*Abrothrix olivaceus*) abajo a la derecha se observa mayor exposición de la dentina (parte blanca) y mayor desgaste dentario referente a un individuo de mayor edad Tomado de González (2009), En: Muñoz-Pederos & Yáñez eds. Mamíferos de Chile. CEA Ediciones.

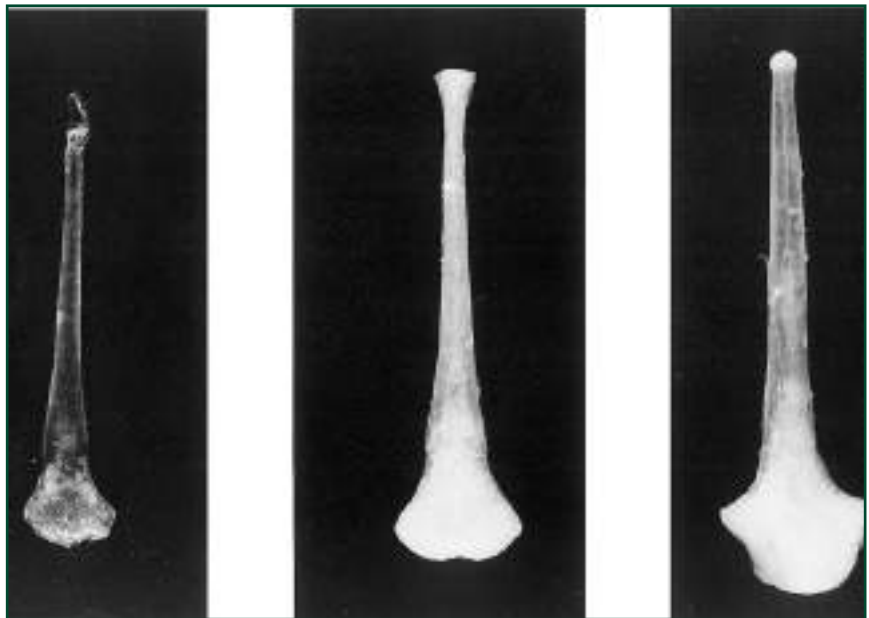


Figura 5. Diferentes tamaños y grados de osificación de los Baculum en la laucha olivácea (*Abrothrix olivaceus*) Tomado de González (2009), En: Muñoz-Pederos & Yáñez eds. Mamíferos de Chile, CEA Ediciones.

olivácea, entre otros (Figura 5). Específicamente en roedores se han realizado estudios donde se asocia la edad con variables craneanas como ancho cigomático, longitud naso-occipital y ancho mastoideo.

Por otra parte la conducta de las especies puede ser indicativo para determinar grupos etarios, por ejemplo las vocalizaciones de machos y las actividades de cortejo en época de reproducción o individuos cuidando a crías (Figura. 6), pueden ser signos indicativos de estar en presencia de un ejemplar adulto.



Figura 6. Vizcacha (*Lagidium viscacia*) hembra amamantando a su cría. Fotografía: Mauricio Herrera.

Determinación de la edad en anfibios y reptiles

Para determinar la edad en los anfibios y reptiles, los cambios en la forma y tamaño de los individuos son elementos claves. Estos cambios son representados por la metamorfosis, la cual es una transformación biológica y de forma de vida que realizan los anfibios: comienza desde un embrión pasando por una larva en diferentes estadios de desarrollo, luego por un periodo postmetamórfico, donde presenta cola viéndose parecido a un pez y miembros posteriores desarrollados, hasta completar la metamorfosis para salir del medio acuático como individuos juveniles, para posteriormente llegar a adultos en un medio terrestre (Figura 7).

La madurez sexual también es una característica importante para identificar la edad de los anfibios.

Existen algunas especies que presentan características físicas propias en estado adulto como las representantes del género *Alsodes* en las cuales el macho presenta glándulas reproductivas (cornificaciones) en mano, antebrazo y pecho (Figura 7). Al igual que en mamíferos, existen especies que presentan vocalizaciones reproductivas que pueden ser indicativas de estar en presencia de un individuo adulto.



Figura 7. Sapo de pecho espinoso con verrugas (*Alsodes verrucosus*) de 1 año (izquierda) y de 3-4 años (derecha). Fotografía: Mauricio Herrera.

En reptiles, el tamaño y el patrón de coloración son las principales características para diferenciar un individuo juvenil de uno adulto, conjuntamente con la observación de características de madurez sexual como presencia de poros cloacales y la forma de la cloaca que se presenta más abultada en machos reproductores (Figura 8). En el caso de las hembras en algunas especies el estado de gravidez puede ser fácil de determinar, siendo este indicativo de adultez.

En laboratorio, se puede realizar la técnica de esqueletocronología que consiste en realizar cortes transversales en huesos para identificar anillos



Figura 8. Lagartija del monte (*Liolaemus monticola*) hembra (izquierda) y macho (derecha), se observan poros cloacales. Fotografía: María Loreto Miranda.

de crecimiento óseos con los cuales se puede determinar la edad con alta exactitud. Esta técnica ha sido principalmente usada en anfibios y reptiles, pero puede ser aplicada en otros grupos animales.

Determinación del sexo

La determinación de sexo principalmente está dada por el dimorfismo sexual, que es un conjunto de características morfológicas y fisiológicas que diferencian a los individuos machos de las hembras. En los mamíferos podemos encontrar individuos con un marcado dimorfismo sexual, como es el caso del huemul donde el macho adulto presenta prominentes cuernos. El dimorfismo sexual es común en aves, siendo marcado en diversas especies (Figura 9).

La determinación de sexo de un individuo en algunas especies puede realizarse en conjunto con la determinación de edad. Esta relación ocurre porque el dimorfismo sexual total se alcanza en edad adulta, por tanto en una especie con esta condición sabemos que es un macho o hembra adulta (Figura 10).

En algunas especies una hembra adulta puede confundirse a simple vista por un individuo macho juvenil de la misma especie, como es lo que ocurre en algunas lagartijas del género *Liolaemus*, por lo cual la identificación de individuos de estas especies debe ser realizada con cautela.



Figura 9. Colegial (*Lessonia rufa*) hembra (arriba) y macho (abajo).

Fotografía: María Loreto Miranda.



Figura 10. Familia de pato cortacorriente (*Merganetta armata*). De izquierda a derecha: polluelo, hembra y macho adultos. Fotografía: Felipe de Groote.

Lo mismo sucede en varias especies de anfibios.

Conclusión

La determinación de la edad y sexo es una herramienta útil para profundizar el conocimiento de la historia natural de las especies y contribuir a su manejo in situ (hábitat natural) o ex situ (cautiverio). Pueden contribuir en la planificación de programas de manejo y conservación de especies, determinación de periodos y cotos de caza, entre otros.

Para el estudio de poblaciones de animales silvestres los parámetros de mayor uso son aquellos determinados por la edad, los cuales permiten desarrollar estudios demográficos o de dinámica poblacional que son claves para la evaluación del crecimiento o disminución de las poblaciones animales y permiten, en el largo plazo, evaluar su riesgo de extinción.

PARA SABER MÁS

- GONZÁLEZ L (2009) Determinación de edad. En: Muñoz-Pedreros A & J Yáñez eds. Mamíferos de Chile. CEA Ediciones, Segunda Edición. 573 pp.
- JAKSIC F & A IRIARTE (2012) Los Carnívoros de Chile Ediciones Flora & Fauna Chile y CASEB, P. U. Católica de Chile. 260 pp.

- ROC Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile <http://www.redobservadores.cl/actividades/investigacion/atlas-de-las-aves-nidificantes-de-chile/>
- SCHMITT F (2009) Algunas definiciones ornitológicas sobre el plumaje de las aves e introducción a la terminología de Humphrey- Parkes por. La Chiricoca 8: 21.

EL VISÓN AMERICANO

UN INVASOR SIN CONTROL EN CHILE

Las especies invasoras han llegado, en casos extremos, a pérdida irreversible de la diversidad biológica así como la transformación de ecosistemas

Por Carola Valencia¹

El visón en Chile

Las especies invasoras son consideradas actualmente la segunda amenaza más importante en términos de conservación después de la fragmentación y pérdida de hábitat. La ausencia de enemigos naturales (e.g., parásitos, depredadores y/o competidores) en el lugar colonizado favorece en gran medida el éxito de la invasión. En Chile el visón americano (*Neovison vison*), originario de Canadá y EEUU, es una de las 24 especies invasoras presentes en el país y es clasificado como una especie dañina o

perjudicial según La Ley de Caza (Ley 19.473, Ministerio de Agricultura de Chile). El visón fue introducido por productores de pieles en Europa y Sudamérica, en la década de los años 20 y 30 respectivamente del siglo XX. En ambos continentes los visones escaparon desde criaderos estableciéndose rápidamente poblaciones silvestres. En Chile fueron introducidos por primera vez en Punta Arenas entre los años 1934 y 1936, luego más al norte en Aysén en el año 1967 y más tarde en la Región de Los Lagos. Todos estos criaderos se instalaron con fines peleteros, desde donde posteriormente se produjeron escapes y liberaciones intencionales, los cuales dieron origen a las primeras poblaciones

asilvestradas. Durante la última década se han obtenido informes en territorios insulares aislados; en una exploración realizada el año 2004 se confirmó la presencia de visón americano en el Archipiélago de Los Chonos, Región de Los Lagos, mientras que en la Isla Navarino, Región de Magallanes, se obtuvieron registros sucesivos. La distribución actual en Chile se presenta entre el norte de la Región de La Araucanía (38° latitud sur) y el Cabo de Hornos (55° 45' latitud sur).

Considerando el amplio rango latitudinal y su presencia en sistemas insulares, el visón americano aún dispone de territorios que potencialmente pueden ser invadidos por esta especie.

¹Médico veterinaria y Magíster en Recursos Naturales de la Universidad Católica de Temuco. Correo electrónico: cvalenciasoto@gmail.com.



Distribución del visón americano en Chile al 2015 (Modificado de Vergara *et al.* 2015).

El problema de los Invasores Biológicos

El término «especie invasora exótica» ha sido definido por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) como «una especie exótica que llega a establecerse en un hábitat, ecosistema natural o semi-natural, convirtiéndose en un agente de cambio y amenaza para la diversidad biológica nativa». Las especies invasoras han colonizado todo tipo de ecosistemas, llegando en casos extremos a pérdida irreversible de la diversidad biológica así como la transformación de ecosistemas.

Las especies invasoras producen nuevas interacciones con las especies nativas, a través de procesos tales como depredación y competencia. La competencia por recursos entre especies introducidas y nativas, al igual que la depredación, también ha sido documentada, por ejemplo, en la Patagonia donde las ovejas introducidas compiten por forraje con los guanacos (*Lama guanicoe*).

El éxito del establecimiento de una especie invasora depende tanto de las características de la comunidad a colonizar como de la especie invasora. Comunidades con baja riqueza de especies son más propensas a ser invadidas y alteradas por especies no-

nativas. Así, comunidades con mayor riqueza son más resistentes a invasiones y al mismo tiempo son fuente de colonizadores exitosos en otras comunidades. Características de un potencial invasor exitoso serían: i) ser depredador tope, ii) poseer una marcada diferencia en el uso de recursos respecto de las especies nativas, iii) especies (especialmente plantas) que puedan proveer un nuevo hábitat, iv) presentar una alta tasa reproductiva, v) generalistas de hábitat y/o dieta, vi) alta capacidad de dispersión y asociación con los seres humanos. Entre las especies que poseen estas características son los depredadores los que tiene mayor probabilidad de producir un gran impacto en la comunidad nativa. Una vez que una especie invasora se ha introducido en un lugar, el éxito o fracaso de dicha invasión dependerá de varios factores, entre los cuales destaca la disponibilidad de recursos; cuando la nueva especie ha superado esta primera condición para establecerse, viene un segundo factor determinante que es la capacidad de expandir su presencia y así poder alcanzar una población mínima viable.

El visón ha presentado un gran éxito estableciéndose en diversos ecosistemas causando numerosos problemas de conservación. El impacto generado sobre las especies nativas se podría clasificar en dos categorías. Primero, el visón puede reducir e incluso extinguir localmente ciertas presas de vertebrados. Por ejemplo, en la Patagonia se le atribuye la desaparición de muchas poblaciones de aves acuáticas y mamíferos semiacuáticos como el coipo (*Myocastor coypus coypus*). Segundo, como un versátil y aparentemente agresivo competidor, el visón puede alterar el balance competitivo entre predadores semiacuáticos locales, como es el huillín o nutria de agua dulce (*Lontra provocax*). Otra característica del visón que contribuye a su capacidad invasora corresponde a su gran habilidad para nadar pudiendo cruzar grandes masas de agua. En Aysén ha colonizado la isla Magdalena y recientemente ha llegado a las islas Guaitecas, cruzando distancias superiores a 20 km. Esta capacidad natatoria podría explicar la probable llegada del visón desde Tierra del Fuego a isla Navarino.

Interacción con especies nativas

La interacción entre depredadores nativos e introducidos puede ser un determinante importante del éxito de las especies introducidas y de la magnitud de sus efectos. En Europa, se ha demostrado que el visón americano puede verse afectado por competidores nativos; sin embargo, tales pruebas no se han encontrado en América del Sur. Aunque el grado de impacto del visón sobre el huillín estaría en discusión, debe llamar la atención sobre el hecho que esta nutria se encuentra en peligro de extinción. Se han indicado que las



Visón nadando.

nutrias y los visones tienden a utilizar diferentes hábitats en ambientes marinos, la nutria selecciona las áreas litorales rocosas y de fuerte pendiente mientras que el visón selecciona las áreas de grava con una zona intertidal suavemente inclinada. Estas diferencias también se reflejaron en sus dietas. En uno de los sitios costeros donde la dieta de las dos especies era similar, el patrón de actividad de los visones era mayoritariamente diurno, lo que es inusual. Si bien el uso diferencial del hábitat puede ser el camino a través del cual el visón americano puede convivir con la nutria de río en hábitats costeros del sur de Chile, es posible que las nutrias tengan un efecto en los visones individuales al afectar sus patrones de actividad. En algunos estudios se ha identificado que el índice de diversidad dietética de la nutria es significativamente más alto que el de los visones, por lo tanto, las nutrias tendrían una mayor amplitud de nicho que las visones, siendo predominantemente diurna en el sitio marino, el visón evitaría las nutrias en lugar de seleccionar los mejores momentos para cazar. A lo largo de los ríos, los visones muestran clara preferencia por las letrinas de nutria en relación con sitios aleatorios. Además, parecen existir comportamientos potenciales de marcaje entre especies, el marcaje de visón siguiendo de cerca el marcaje de nutria y viceversa. Alternativamente, ambas especies podrían estar seleccionando los mismos sitios para marcar debido a condiciones de hábitat favorables para el marcaje.

Ecología trófica del visón americano

La dieta del visón ha sido estudiada en distintas localidades y regiones en Chile, presentando diferencias dependiendo del ambiente en que se encuentre, estación y disponibilidad de recursos alimenticios. Otros factores tales como el efecto de competidores como el huillín no presenta un patrón único en los estudios que han analizado este tema. En general, los mamíferos y crustáceos son las presas más consumidas, situación similar a lo que ocurre en Argentina, donde la distribución latitudinal de este carnívoro es parecida al descrito en Chile, y la dieta descrita es similar, presentando variaciones según hábitat y presencia y/o abundancia de presas. Tanto en Chile como Argentina, el visón se comportaría como un carnívoro generalista y oportunista, pudiendo consumir tanto presas acuáticas como terrestres, dependiendo de la disponibilidad de éstas. La amplitud del nicho trófico del visón tanto en Chile como en otros países, estimada a partir del índice de Levins, es en general más amplia que otras especies de mustélidos.

El visón y su rol como reservorio de zoonosis

Existen pocos estudios en los cuales el visón cumple un rol zoonótico, lo que no significa que sea un factor de suma importancia para su control. La dieta juega un papel clave en la transmisión de enfermedades zoonóticas, por ejemplo *Toxoplasma gondii*, la dieta del visón americano está compuesta principalmente de crustáceos y secundariamente por roedores y peces. El papel de los crustáceos en la transmisión de los ooquistes de *T. gondii* es desconocido, sin embargo, se han observado ooquistes en algunas especies como los bivalvos. Considerando la importancia de los crustáceos en la dieta del visón americano, investigaciones futuras deberían evaluar esta posible vía de transmisión. Otra vía importante de exposición para *T. gondii* es la ingestión de ooquistes en el medio ambiente. El hábitat del visón americano está altamente asociado con los cursos de agua; por lo tanto, la ingestión de ooquistes directamente de agua contaminada podría estar explicando la alta prevalencia de *T. gondii* observada en el visón. Dada la aparente exposición mínima de estos visones a huéspedes intermedios conocidos, la exposición ambiental parece probable. Los estudios de toxoplasmosis en humanos y animales domésticos muestran que la infección en Chile es muy

prevalente y endémica. La seroepidemiología de *T. gondii* en la población humana de Chile mostró niveles significativamente más altos de seropositividad en áreas urbanas vs. rurales y áreas del sur frente a áreas septentrionales. Además, un estudio reciente estimó que cerca de la mitad de las infecciones humanas recientes estaban asociadas con la ingestión de ooquistes.

Otra zoonosis de importancia es la leptospirosis, reemergente de distribución mundial, producida por bacterias patógenas del género *Leptospira*. La transmisión de la bacteria a un hospedero susceptible se realiza por contacto directo o indirecto con orina de animales infectados. Dentro de la epidemiología los cursos de agua cumplen un rol significativo, ya que la bacteria es hidrofílica, permaneciendo viable en agua por largos períodos de tiempo. Los animales de vida silvestre son un importante reservorio, siendo los roedores el caso más estudiado, también se ha detectado leptospirosis patógenas mediante la reacción en cadena de la polimerasa, conocida como PCR por sus siglas en inglés, en visones americanos de vida libre, introducidos en tres regiones distintas en la zona sur y austral de Chile (Los Ríos, Los Lagos y Aysén). Las regiones de los Lagos y de Aysén obtuvieron mayores tasas de captura y alto porcentaje de individuos positivos. El visón americano presentó un alto porcentaje de *Leptospira* (50%), pudiendo ser un importante agente diseminador de esta bacteria. Debido a su capacidad invasiva de ambientes naturales, y a la interacción con especies domésticas y silvestres nativas se deben realizar estudios que lo confirmen. Es importante recordar que especies invasoras pueden teóricamente aumentar el riesgo de enfermedad de las especies nativas, actuando como hospedador entre animales nativos y domésticos. Por lo tanto, los visones pueden ser utilizados como centinelas patógenos, a diferencia de las nutrias y otros carnívoros nativos, tienen una gran abundancia y son relativamente fáciles de capturar y muestrear en comparación con especies nativas como la nutria de río.

La dificultad de la regulación poblacional en especies invasoras

La hipótesis «liberación del enemigo» para invasiones biológicas supone que las especies invasoras podrían ser más exitosas en sus rangos introducidos que en los nativos debido a la ausencia de enemigos naturales, tales como parásitos, depredadores y/o competidores. Al evaluar la función que ejercen los parásitos cuando se está examinando el rol de animales introducidos en un nuevo ambiente. Éstos pueden afectar el éxito en el establecimiento de una población introducida. Además, si la especie invasora ha logrado



Visón capturado.

establecer una población en el lugar colonizado, los parásitos pueden afectar su fecundidad, condición corporal y densidad poblacional, convirtiéndose así en controladores biológicos de su población. Es por esto, que un invasor que escapa a sus parásitos nativos y que además es susceptible a pocas especies parasitarias en el lugar colonizado, puede presentar un rápido aumento poblacional afectando la biota local. Ésta es una de las hipótesis que podría explicar por qué algunas especies invasoras son exitosas en establecerse en nuevos ambientes.

Control de la población de visón en el sur de Chile

El control es difícil debido, principalmente, a su biología y ecología; no se han descrito procedimientos de erradicación factibles económica y biológicamente. Por ejemplo, la introducción de algún agente patógeno no es viable ya que los visones (mustélidos) pertenecen al mismo orden de los félidos y cánidos (carnívoros), por lo que comparten diversos virus (distemper, parvovirus, corona virus y otros) y su introducción tendría un impacto altamente negativo en la fauna nativa (e.g., pumas (*Puma concolor*), güiñas (*Felis guigna*), zorros (*Lycalopex* spp), huillines y otros).

Se han desarrollado varios métodos de control de ésta especie, como son el uso de trampas flotantes método que dio buenos resultados en el Reino Unido. En Chile el uso de este método fue dirigido a la detección de huellas del visón, se logró la detección en el 50% de los sitios. Otras instancias tienen como objetivo la captura de la especie, a través de trampas Tomahawk y la posterior eutanasia de los ejemplares. Al implementar este tipo de campañas para controlar el visón los encargados deben saber de las posibles consecuencias, ya que las reducciones en la densidad de carnívoros pueden alterar las estructuras territoriales resultando en una afluencia de nuevos individuos y potencialmente aumentando las interacciones entre especies y la transmisión de enfermedades. Por lo tanto, se debe evaluar cuidadosamente su efecto real sobre un eventual repoblamiento, ya que se ha observado que las extracciones de especímenes pueden producir una estimulación a la reproducción y el consiguiente repoblamiento del área, para evitar esto una de las acciones consiste en la extracción de hembras que se eliminan y de machos a los cuales se les practica la vasectomía y se liberan, siendo el objetivo de estas acciones eliminar la potencial actividad depredadora de las hembras y sus crías y que los machos defiendan sus territorios y, aunque mantengan actividad sexual, no lleguen a procrear.

Para el proceso de generación de una estrategia efectiva de control del visón y/o la implementación de otras medidas (e.g., restauración y creación de hábitats) es fundamental considerar e integrar variables de abundancia relativa de visón, preferencias de hábitat e impacto sobre biota nativa, presentado en una dimensión territorial y dinámica. De esta manera, se puede focalizar los esfuerzos de control, contención y erradicación de la plaga para aminorar el impacto de la especie sobre la fauna nativa.

Actualmente, se pueden diseñar estrategias integrales de manejo, en comparación a otras especies exóticas, sin embargo, existe poca implementación o priorización por parte los gestores de recursos naturales. Esta escasez de acciones de control y poca investigación científica aplicada a preguntas que permitan un mejor manejo de esta especie, demuestra un vínculo relativamente bajo entre la academia y los gestores, como así también en el uso de la información y evidencia científica en las decisiones de manejo.

PARA SABER MÁS

- ALONSO A & P CASTRO-DÍEZ (2015) Las invasiones biológicas y su impacto en los ecosistemas. *Ecosistemas* 24(1):1-3. Doi.:10.7818/ECOS.2015.24-1.01
- QUIROZ CL, A PAUCHARD, LA CAVIERES & CB ANDERSON (2009) Análisis cuantitativo de la investigación en invasiones biológicas en Chile: tendencias y desafíos. *Revista Chilena de Historia Natural* 82: 497-505.
- ROZZI R & MF SHERRIFFS (2003) El visón (*Mustela vison* Schreber, Carnivora: Mustelidae), un nuevo mamífero exótico para la isla Navarino. *Anales del Instituto de la Patagonia* 31: 97-104.
- VALENZUELA AEJ, M SEPÚLVEDA, JL CABELLO, CB ANDERSON (2016) El visón americano en Patagonia: un análisis histórico y socioecológico de la investigación y el manejo. *Mastozoología Neotropical* 23(2): 289-304.
- VERGARA G, J VALENZUELA, C PARRAGUÉ & M LANGENSCHIEDT (2015) Registros y estado actual del visón americano (*Neovison vison*) en el Archipiélago de Chiloé, Chile. *Boletín del Patrimonio Natural de Chiloé* 1(1): 2-13.

Conservación de la vida silvestre *ex situ*

La mantención de especies de flora y fauna fuera de su hábitat, de manera controlada, ¿contribuye en las conservación de especies amenazadas?

Por Elías Alberto Vilches Molina¹

La conservación de especies silvestres se puede realizar de dos formas: dentro del hábitat natural de la especie, o conservación *in situ*, y fuera de tal hábitat, es decir, conservación *ex situ*.

La conservación *in situ*, por lo tanto, se enfoca en: la protección de los ecosistemas naturales en su propia ubicación, en conservar poblaciones de especies

silvestres, o en preservar las condiciones mínimas para el mantenimiento de su variedad genética.

La conservación *ex situ*, en cautiverio o en colecciones, es la aplicación de una amplia variedad de técnicas y métodos especializados que contribuyen principalmente a la recuperación y sobrevivencia de individuos o poblaciones fuera de su hábitat.

Un objetivo primordial de la conservación *ex situ* es reducir el riesgo de extinción de

especies o poblaciones, en la mayoría de los casos con el propósito de restablecer poblaciones nuevas en el hábitat natural.

Entonces, la conservación *ex situ* implica tanto el establecimiento de colecciones de campo, el manejo de especies en cautiverio, como el almacenamiento de los recursos genéticos, para ser reintroducidos en sus hábitat naturales; por lo mismo, es un complemento para la conservación de especies y recursos genéticos *in situ*,

¹ Biotecnólogo, Magister en Recursos Naturales de la Universidad Católica de Temuco.



Jardín Botánico Isla Teja, Universidad Austral, Valdivia, Región de Los Ríos. Fotografía: Gabriela Nuez.

principalmente cuando se trata de especies críticamente amenazadas. En consecuencia, no se debe entender a la conservación *in situ* y la conservación *ex situ* como procedimientos aislados o independientes uno del otro: son dos formas de conservación que se complementan, dos caras de una misma moneda, si se quiere.

Algo importante que se debe tener en cuenta es que el hecho de mantener ejemplares de especies en cautiverio o en colecciones, aunque haya reproducción o investigación, no implica que sea parte de un programa de conservación *ex situ*. La reintroducción o liberación de ejemplares a la vida silvestre es el último paso de la conservación *ex situ*, por lo que esta forma de conservación contribuye al proceso de restauración ecológica, siempre y cuando exista el hábitat disponible y las presiones que originaron la reducción de las poblaciones de estas especies hayan desaparecido.

Métodos y técnicas de conservación *ex situ*

Existen diversos procedimientos para llevar a cabo la conservación *ex situ* de especies. La elección de cada

método o técnica debe ser evaluada con cuidado, ya que de esto depende el éxito o fracaso del programa de conservación. Para elegir una forma u otra se debe considerar la especie con la que se trabajará, su hábitat, los recursos y la infraestructura disponibles, entre otros factores.

A continuación se mencionarán los principales métodos y técnicas para realizar conservación *ex situ* de especies silvestres, explicando brevemente en qué consiste cada uno de ellos:

Conservación *ex situ* de especies vegetales

Dentro de las técnicas y métodos para la conservación de especies vegetales encontramos los bancos de semillas, los jardines botánicos y las colecciones de germoplasma; además, existen otras técnicas como el cultivo *in vitro*.

Conservación de recursos fitogenéticos

Como se mencionó, la conservación *ex situ* se refiere al mantenimiento de los organismos fuera de su hábitat natural. Uno de los objetivos de la conservación *ex situ* es también conservar los recursos genéticos de las especies. Si hablamos de organismos vegetales, los recursos genéticos, o específicamente fitogenéticos (la raíz fito- viene del griego y significa «planta») se pueden almacenar en bancos de semillas, bancos genéticos *in vitro*, bancos de genes, colecciones de campo y jardines botánicos. Estos mecanismos de conservación *ex situ*, están orientados principalmente a resguardar el material genético de las especies de importancia para el mejoramiento genético, la industria alimentaria, farmacéutica, maderera, además de preservar especies vulnerables con riesgos de pérdida de recursos genéticos.

Métodos y técnicas de conservación de recursos fitogenéticos

Existen variadas estrategias de conservación de recursos fitogenéticos, las que dependerán básicamente del tipo de germoplasma (concepto definido más adelante) y los objetivos de la conservación. La conservación en sí no se limita a la consecución y posesión física de los materiales (recolección y almacenamiento), sino que requiere asegurar su existencia en el tiempo en condiciones viables y conservando sus características genéticas originales.



Conservación de ejemplares de fauna en el Museo Nacional de Historia Natural y su proyección en la educación ambiental. Fotografía: Andrés Muñoz Pedreros.

a) Jardines botánicos

Un jardín botánico se define como «una institución que mantiene colecciones documentadas de plantas vivas con el propósito de realizar conservación, exhibición y educación». Algunas de las características y funciones de un jardín botánico son: que las plantas estén debidamente etiquetadas, que el jardín mantenga comunicación con otros jardines botánicos, organizaciones y público en general, que esté abierto al público y asuma la responsabilidad y compromiso a largo plazo para el mantenimiento de las colecciones de plantas.

En Chile, el primer jardín botánico lo creó el botánico alemán Rodolfo Amando Philippi, en la Quinta Normal de Santiago.

En nuestro país, las actividades de conservación ex situ para las plantas se realizan principalmente en los jardines botánicos y en los centros de conservación de semillas.

b) Bancos de germoplasma

Primero que todo ¿qué es el germoplasma?: El germoplasma puede ser definido como cualquier material capaz de transmitir los caracteres hereditarios

de una generación a otra. Entonces se puede afirmar que el germoplasma representa la base física de la transmisión genética. Al hablar de germoplasma vegetal, puede referirse a distintas estructuras vegetales (esporas, tejidos o partes de plantas), incluyendo sus células y compuestos con información genética (e.g., ADN, ARN) y, de manera importante, a las semillas. Éstas constituyen la estructura más representativa y evolucionada de las plantas superiores para su perpetuación, siendo además el agente de dispersión más frecuente, eficaz y con mayor capacidad de regenerar una planta vascular completa a largo plazo.

Se pueden mantener en bancos de germoplasma durante períodos breves y prolongados. La conservación a largo plazo es posible si las condiciones de mantención en las cámaras aseguran una temperatura entre -10°C y -20°C , un contenido de humedad en la semilla de entre 3 y 7 por ciento, entre otros factores. Con las condiciones señaladas, es posible asegurar una adecuada mantención de los materiales por un período que puede fluctuar entre 70 y 100 años (Banco Base).

Si el objetivo de conservación es de mediano plazo (10 a 20 años), los requerimientos de temperatura de las cámaras fluctúan entre 0°C y 15°C y los contenidos de humedad de semilla varían entre 3 y 7 por ciento.

b) Colecciones de campo

Existe un número no menor de plantas que se caracterizan por no producir semilla botánica, teniendo como alternativa de reproducción órganos vegetativos, como tubérculos, rizomas, bulbos, etc. A este grupo pertenecen la papa, los ajos, las cebollas y, algunos bulbos de especies ornamentales, entre otras. Para estas especies, la alternativa de conservación en bancos de germoplasma de semillas antes descrita se torna poco viable, y por lo tanto son conservadas como colecciones de campo, o por medio de otras técnicas.

La conservación en campo, si bien ofrece como ventaja la facilidad de acceso al germoplasma, presenta varias desventajas, como por ejemplo, requerimiento de espacio, necesidad constante de mano de obra, riesgo de infestación con plagas y enfermedades, daño provocado por catástrofes naturales y pérdida de la integridad genética de los materiales conservados.

c) Conservación *in vitro*

La dificultad de conservación de semillas recalcitrantes y los problemas derivados de las colecciones de campo han llevado al desarrollo de metodologías de conservación *in vitro* mediante las cuales un explante, es decir, una parte de la planta (órgano, tejido o, célula) se cultiva asépticamente en un medio nutritivo bajo condiciones de luz y temperatura controladas.

Entre las ventajas que presenta la mantención *in vitro* destacan la conservación de un gran número de plantas en espacios reducidos, mayor control sobre el estado fitosanitario de las colecciones, reducción de los tiempos de multiplicación, facilidad de

intercambio de material genético e incremento de la tasa de multiplicación clonal de germoplasma valioso. La desventaja de esta técnica es que requiere de subcultivos periódicos («repiques»), actividad que dificulta en muchos casos, su aplicación.

Otro aspecto importante de considerar relativo al uso del cultivo *in vitro* como técnica de conservación es la posibilidad de generar variación somaclonal, es decir, alteraciones genéticas de los materiales conservados *in vitro* respecto a la planta madre, situación no deseada desde el punto de vista de la conservación de germoplasma, ya que hay que recordar que lo que se quiere conservar son los recursos genéticos originales de las especies silvestres y no información genética nueva que se originó en el laboratorio.

Conservación *ex situ* de especies animales

Hay distintas formas de tenencia de animales silvestres en cautiverio con el fin de criar y mantener individuos de especies amenazadas. En Chile, los zoológicos, centros de reproducción, criaderos, centros de rehabilitación o rescate son las entidades que se dedican a la tenencia de fauna nativa.

Dicho de forma breve, los criaderos tienen como propósito principal, como su nombre lo indica, la crianza de especies silvestres con fines comerciales, mientras que los centros de reproducción y de rehabilitación o rescate no poseen fines comerciales, centrándose en la liberación de los animales en el medio silvestre o su entrega a centros de reproducción. Las principales características de estos establecimientos son:

a) Zoológicos o centros de exhibición

Son los establecimientos que mantienen ejemplares de fauna silvestre en cautiverio con fines de educación y divulgación, tengan éstos o no fines científicos.

Actualmente se cree que para justificar su existencia, un zoológico (aunque esto se aplica a todas las colecciones vivas abiertas al público) debe

Zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*) en Buin Zoo, Región Metropolitana.

Fotografía: Iyacon.cl





Flamenco (*Phoenicopterus chilensis*)
en el Zoológico Nacional de Chile,
Santiago, Región Metropolitana.

Fotografía: Alonso Jiménez.

contribuir de forma directa e indirecta a conservar la diversidad biológica, mediante la educación de los visitantes, actividades de comunicación y difusión, apoyo a la investigación, capacitación, reproducción de especies y fomento de una ética en la relación entre los seres humanos y la naturaleza, lo que lleva a una conservación integrada en las colecciones vivas.

b) Centros de reproducción

Son planteles, sin fines de lucro, destinados a la crianza de especies protegidas para su preservación, conservación o repoblamiento.

c) Centros de rehabilitación o rescate

Centros destinados a la mantención y recuperación de individuos de fauna silvestre afectados por actividades humanas, tales como caza o captura ilícitas, contaminación o factores ambientales. Estos planteles se considerarán como lugares de tránsito a centros de reproducción, áreas silvestres protegidas del Estado o para su liberación en un medio silvestre.

d) Criaderos

Planteles de reproducción, a diferencia de los centros de reproducción, con fines comerciales, no cinegéticos (de caza), de animales de especies de la fauna silvestre.

e) Criopreservación

Actualmente y debido a los inconvenientes, tanto técnicos como económicos, de los métodos antes descritos, se han derivado crecientes recursos a la búsqueda de otros métodos de conservación, como por ejemplo la criopreservación. En este sentido, se han intensificado los esfuerzos para definir protocolos de esta metodología para diversas especies, tanto animales como vegetales.

Las técnicas de criopreservación se basan en la reducción y subsecuente detención de las funciones metabólicas de los materiales biológicos a temperatura del nitrógeno líquido, es decir, a -196°C , manteniendo, por períodos indefinidos, la viabilidad de los materiales conservados. Los métodos a utilizar dependerán de la capacidad tecnológica, de la infraestructura disponible, de los objetivos de conservación y de la naturaleza de las especies a conservar.

3. Desventajas de la conservación *ex situ*

A pesar de que presenta muchas ventajas, cabe mencionar que la conservación *ex situ* tiene problemas asociados, como la pérdida de variabilidad genética debido al efecto de fundador que invariablemente se asocia a las poblaciones en cautiverio, al igual que una reducida capacidad de adaptación al medio silvestre conforme las generaciones permanecen en esta condición. Además, el mantenimiento de las especies en cautiverio requiere instalaciones adecuadas y mantenimiento especializado; por lo que el conjunto de todo esto hace que la conservación *ex situ* sea un método costoso, pero en muchos casos es indispensable.

Para desarrollar este tipo de proyectos, se debe considerar que son inevitablemente de mediano y largo plazo, de gran costo y requieren de un riguroso método de manejo que posibilite una futura reintroducción al medio silvestre. Un aspecto relevante que debe ser evaluado para decidir la liberación en el medio silvestre es el aspecto sanitario y genético.

La conservación *ex situ*, como se mencionó al inicio de este artículo, debe considerarse como un estado transitorio para los individuos, esperando a ser introducidos nuevamente en sus hábitat naturales, por lo tanto, las diversas técnicas aquí mencionadas se tienen que entender como un medio y no como un fin. Tampoco se tienen que comprender como métodos aislados de conservación, ya que la conservación *ex situ* es complementaria a la conservación *in situ*. Por lo tanto, frente a la pregunta ¿es la mantención de especies de manera controlada y fuera de su hábitat la solución a los problemas de conservación?, la respuesta sería: no es la única solución, más bien es parte de un conjunto de medidas para la conservación exitosa de la vida silvestre.

Consideraciones finales

Son diversas las especies de fauna silvestre que se mantienen o bien han sido criadas en cautiverio en los diferentes tipos de planteles. Sin embargo, el objetivo último de criar animales de especies con problemas de conservación para poder liberarlos o reinsertarlos en el medio silvestre, según diversas voces, no se ha logrado, debido principalmente a la falta de planes y proyectos integrales de conservación que contemplen la crianza *ex situ*.

PARA SABER MÁS

- BACCHETTA G, BUENO A, FENU G, JIMÉNEZ-ALFARO B, MATTANA E, PIOTTO B & M VIREVAIRE (2008) Conservación *ex situ* de plantas silvestres. Principado de Asturias / La Caixa. 378 pp.
- CONAMA (2008) Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos, Ocho Libros Editores (Santiago de Chile), 640 pp.
- LASCURÁIN M, ET AL. (2009) Conservación de especies *ex situ*, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, pp. 517-544.
- SALAZAR E, P LEÓN-LOBOS, C MUÑOZ & M ROSAS (2006) Estado de la conservación *ex situ* de los recursos fitogenéticos cultivados y silvestres en Chile. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA N° 156. 180 pp.

LA LIMNOLOGÍA Y LAS AGUAS CONTINENTALES

Ríos, lagos y lagunas, de cuyo estudio se encarga la Limnología, son sistemas que se deben cuidar y proteger por los servicios ecosistémicos que nos prestan.

Por Gladys Lara Cárdenas¹

La limnología

Todos hemos escuchado hablar sobre estudios limnológicos, sin embargo no todos entendemos su significado. Estos estudios son el objeto de la Limnología, una ciencia que se desarrolló a partir de la Ecología Acuática alrededor de los años 1900, luego de expediciones científicas tendientes a recopilar información sobre los sistemas de aguas dulces o continentales. De esta forma, la Limnología estudia las aguas continentales: ríos, lagos y lagunas (Figura 1 y 2), sistemas que difieren entre sí por la velocidad de la corriente

principalmente, los primeros son sistemas donde la velocidad de la corriente es rápida, hecho que todos hemos podido observar en los ríos y esteros donde el agua corre siguiendo la pendiente río abajo (aguas corrientes), en cambio en los lagos y lagunas la velocidad de la corriente es baja (aguas quietas), circula lentamente, en general en sentido contrario a los punteros del reloj.



Figura 1. Aguas corrientes del estero San Onofre, Hualqui, región del Biobío. Fotografía Andrés Muñoz Pedreros.



Figura 2. Aguas quietas de la laguna Santa Helena en Bulnes, región del Biobío. Fotografía Andrés Muñoz Pedreros.

¹ Profesora de Biología y Ciencias Naturales, Magíster en Ecología, Dra. en Ciencias-Ecología. Académica del Laboratorio de Limnología y Recursos Hídricos, Departamento de Ciencias Ambientales, Facultad de Recursos Naturales. A cargo de los cursos de Ecología, Ecología Acuática y de Biogeografía para la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables.

Las aguas continentales

También hemos escuchado que las aguas continentales, ya sean ríos, lagos o lagunas, constituyen un ecosistema, con una estructura común formada por distintas especies de vegetales y de animales, con un funcionamiento propio y posible gracias a los procesos que llevan a cabo los organismos (depredación, competencia, parasitismo) que permiten que la energía fluya y los nutrientes circulen a través de estos sistemas.

Lo que difiere entre los ecosistemas río, lago y laguna, no es su estructura, son sus actores (el tipo de organismos) que son propios de cada uno de ellos. Así, a diferencia de los sistemas lacustres, en los ríos habitan organismos capaces de resistir a las corrientes, adaptados para vivir bajo las piedras y de forma aplanada para oponer la mínima resistencia a la corriente (Figura 1). Lo importante es saber que, en un río, lago o laguna cada grupo de organismo cumple una función clave que permite que el ecosistema funcione (Figura 3). Así en ríos hay organismos que trituran las hojas que caen al agua (trituradores), que colectan partículas finas (colectores), que se alimentan de otros organismos (depredadores) entre otros. Son estas actividades las que permiten que estos sistemas de aguas continentales funcionen y presten los servicios ecosistémicos que necesitamos; agua para la bebida, para el sector agrícola (alimentación), sector forestal, turismo y recreación entre otros.

Se debe señalar que el agua dulce disponible para la vida de vegetales, animales y del propio hombre es muy escasa, menos del 1% del total del agua del planeta por lo que es un recurso que se debe cuidar y proteger.

Por siglos, los ríos lagos y lagunas mantuvieron una condición de equilibrio, eran capaces de autorregularse luego de perturbaciones (con el funcionamiento eficiente de vegetales y animales), que en aquellos tiempos eran de bajo impacto; sin embargo ahora, frente a las perturbaciones que son cada vez más frecuentes e intensas, estos sistemas necesitan, cada vez más, de la ayuda del hombre para poder funcionar adecuadamente y así otorgar los servicios ecosistémicos antes señalados; los organismos están siendo afectados a tal punto que muchos no pueden cumplir sus funciones en los cuerpos de agua.

Los sistemas de agua dulce en Chile

En Chile los sistemas de agua dulce aumentan paulatinamente de norte a sur, en la zona norte, con clima más bien árido, los grandes ríos son escasos, aumentan en la zona central donde el clima es



Figura 3. Algunos invertebrados de esteros, ríos y lagos. Arriba chorito de agua dulce *Diplodon chilensis*, bivalvo común, presente desde el sur de Coquimbo hasta Coyhaique. Es un interesante organismo que ha sido ampliamente estudiado por investigadores de la UCTemuco. Abajo Pancora de agua dulce. En Chile existen 22 especies y están presentes en la mayoría de los ríos y esteros entre el río Choapa (región de Coquimbo) al río Simpson (región de Aysén). En la imagen *Aegla araucaniensis*, en el río Pachagua, Rere (comuna de Yumbel). Fotografía

Andrés Muñoz Pedreros.



mediterráneo, con un aumento de las precipitaciones y una disminución de la temperatura hacia el sur, y por último son abundantes en la zona sur bajo un clima con mayores precipitaciones. También es importante saber que de norte a sur estos sistemas están integrados en cuencas hidrográficas separadas unas de otras, cada una con su propia flora y fauna y con su propia funcionalidad. Cada cuenca, conformada por la línea divisoria de aguas en las más altas cumbres, incluye un territorio donde se realizan actividades de variada naturaleza que, de alguna u otra manera impactan a estos sistemas de manera diferente en las zonas norte, centro y sur según las actividades de las cuencas a las que pertenecen. Esto significa que, aquella cuenca cuyas actividades eliminan contaminantes, de naturaleza orgánica o inorgánica, ya sea por vía puntual (cañería) o difusa (que se filtra en el suelo) va a impactar a los sistemas acuáticos de dicha cuenca.

Investigación en limnología

Una labor fundamental en esta línea, son los trabajos que realizan los centros de investigación y las universidades. Al respecto, el laboratorio de Limnología y Recursos Hídricos de la UC Temuco ha contribuido, por más de 30 años, con el estudio de los ríos, lagos y lagunas de la Región de La Araucanía y macrozona sur del país (Figura 4). Ha realizado estudios a nivel de poblaciones de organismos,



Figura 4. De arriba abajo: Sector del nacimiento del río Biobio en el lago Galletué, lago Villarrica y laguna de la Universidad Católica de Temuco.



por ejemplo el chorito de agua dulce (*Diplodon chilensis*), el bivalvo uña de dedo (*Pisidium chilense*), el puye (*Galaxias maculatus*); también a nivel de comunidades como las de macroinvertebrados bentónicos de los ríos y lagos, de peces y otros (Figura 5), y a nivel de ecosistemas en las cuencas de los ríos Imperial, Toltén y Valdivia. Además de realizar estudios bajo condiciones naturales, los investigadores de la UC Temuco han investigado el efecto de los impactos provenientes desde la cuenca sobre las comunidades y ecosistemas ríos y lagos, por ej. el impacto que causan los efluentes de las pisciculturas en tierra sobre las comunidades de macroinvertebrados y de peces. Por último, también han aportado en la búsqueda de herramientas para evaluar el estado de la calidad del agua a través de protocolos y actualmente se están realizando estudios para detectar de manera rápida, la presencia de la microalga *Didymosphenia geminata* conocida como Didymo o moco de roca, plaga que afecta las aguas limpias, con muy pocos nutrientes (oligotróficas) de nuestros ríos y lagos.



Figura 3. Muestreo de macroinvertebrados bentónicos en el Alto Biobío. Abajo muestreo de peces en el lago Villarrica.



PARA SABER MÁS

- ALLAN JD (1995) Stream Ecology. Structure and function of running waters. Ed. Kluwer Academic Publishers. London. 388 pp.
- COLE GA (1988) Manual de Limnología. Ed. Hemisferio Sur. S.A. Uruguay. 405 pp.
- LARA G & E PARADA (2009) Substrate selection by the freshwater mussel *Diplodon chilensis* (Gray 1828): Field and laboratory experiments. Journal of Molluscan Studies 75:153-157.
- LARA G, L ENCINA & A RODRÍGUEZ-RUIZ (2009) Trophometric index: a predictor for fish density, biomass and production in Mediterranean reservoirs in Spain. Fisheries Management and Ecology 16: 341-351.
- MARGALEF R. (1983) Limnología. Ed. Omega. 1010 pp.
- PARADA E, G LARA & S PEREDO (2011) Evaluation of juvenile and adult mortality dynamics in the fingernail clam *Musculium argentinum* (D'Orbigny 1835) (Bivalvia: Sphaeriidae). Journal of Shellfish Research 30:1-7.
- VARGAS PV, I ARISMENDI, G LARA, J MILLAR & S PEREDO (2010) Evidencia del solapamiento de micro-hábitat entre juveniles del salmón introducido *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum, 1792) y el pez nativo *Trichomycterus areolatus* (Valenciennes, 1842) en el Río Allipén, Chile. Revista de Biología Marina y Oceanografía 45: 285-292.

EL CHORITO DE AGUA DULCE

Indicador de la calidad de nuestros ríos, lagos y lagunas

Los choritos de agua dulce son comunes en nuestra región y los usamos como bioindicadores porque reflejan la calidad del agua de un lugar, además son bioingenieros porque ofrecen refugio y alimento a muchas especies acuáticas y por si fuera poco se están empleando para purificar aguas residuales de pisciculturas por su gran capacidad de filtración.

Por Gladys Lara¹, Esperanza Parada² & Santiago Peredo²

Las aguas continentales han sido fuertemente deterioradas por las actividades del hombre y sus impactos acumulados, a tal punto que éstas han disminuido fuertemente en calidad. Si bien estas actividades impulsan el desarrollo económico y social, al no respetar las normas ambientales provocan fuertes alteraciones en nuestros ecosistemas acuáticos,

por ejemplo, ríos, lagos y lagunas. En definitiva estos impactos ambientales han ido alterando la salud ecológica de los ecosistemas acuáticos y provocando un grave deterioro en los servicios que prestan a la sociedad.

Las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para aguas continentales superficiales y marinas son los instrumentos consagrados por la Ley de Bases del Medio Ambiente para la protección de la calidad de las aguas de las cuencas hidrográficas de Chile. El objetivo de las normas secundarias es proteger, mantener y/o recuperar la calidad de

las aguas continentales superficiales de una cuenca, de manera de salvaguardar el aprovechamiento del recurso hídrico, las comunidades acuáticas y los ecosistemas, maximizando los beneficios ambientales, sociales y económicos.

Hasta hace poco, la evaluación de la calidad del agua se realizaba principalmente por análisis físico-químicos, de poca representatividad y que no evaluaban el estado ecológico de los ecosistemas (esto es la calidad de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales), sin embargo

¹ Profesora de Biología y Ciencias Naturales, Magíster en Ecología, Doctora en Ciencias de la Ecología. Profesora de Ecología Acuática Aplicada para las carreras de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables y Biología en Gestión de Recursos Naturales en el Departamento de Ciencias Ambientales.

² Ex académicos del actual Departamento de Ciencias Ambientales.

actualmente el Ministerio de Medio Ambiente está convencido de incorporar la bioevaluación, esto es evaluar la calidad del agua mediante el uso de organismos indicadores.

Estos organismos indicadores o bioindicadores, por su mantención en el espacio y tiempo, dan una idea integrada de lo que realmente ocurre en el ambiente, indicando ya sea por presencia, ausencia o por abundancia, la calidad del agua de un determinado lugar. Así, mediante monitoreos programados, que consideren en forma paralela aspectos físico-químicos del agua y biológicos (de los organismos), se podrá determinar eficientemente la calidad del agua de nuestros ríos, lagos o lagunas.

Entre los criterios para seleccionar grupos de organismos indicadores están:

- Contar con amplia área de distribución (que vivan en la mayoría de los ambiente acuáticos, por lo tanto pueden ser afectados por los impactos del hombre en cualquier lugar).
- Contar con gran número de individuos mostrando un amplio rango de respuestas al estrés ambiental (efecto perturbador).
- Tener poco movimiento (sedentarios), por lo tanto permite determinar efectivamente la extensión espacial del impacto que

afecta al ambiente.

- Tener largos ciclos de vida (longevidad), lo que permite evaluar los cambios temporales de ciertas características (por ejemplo densidad).
- Posible de muestrear fácilmente.
- Ser de fácil identificación, de gran tamaño y con gran cantidad de datos biológicos y ecológicos.

El chorito de agua dulce conocido científicamente como *Diplodon chilensis* (Figura 1), es un bivalvo común de encontrar en ríos, lagos y lagunas del centro sur de Chile, desde el sur de Coquimbo hasta Coyhaique (30° a 46° Latitud Sur). Este bivalvo es un buen indicador o bioindicador dado que reúne muchos de los criterios antes señalados. Es una especie (grupo) bien conocida desde el punto de vista taxonómico, de amplia distribución geográfica, de ciclo de vida largo (hasta 40 años) y de reproducción



Figura 1. Chorito de agua dulce *Diplodon chilensis*.

estacional (primavera – verano), persistente en el tiempo, relativamente sedentaria (de poco movimiento) y capaces de vivir en ambientes inhóspitos muy poco oxigenados. Además su fácil identificación (reconocimiento) y gran tamaño individual (hasta 80 mm de largo) permite detectarla fácilmente.

Esta especie tiende a formar grupos en distintos tipos de fondos de lagos y ríos, sin embargo en fondos ricos en materia orgánica se agrupan más indicando, con su presencia que están en áreas con mayor ingreso de nutrientes, más contaminados. Presentan mayor abundancia en fondos mezclados de arena y piedra y también en fango que en arena pura, por la mayor cantidad de alimento que estos retienen. Por su capacidad de desplazamiento, aunque lento, son capaces de seleccionar los fondos que le reportan mayor cantidad de alimento (microalgas, bacterias y materia orgánica).

Estos antecedentes indican que el chorito de agua dulce es una herramienta de rápida evaluación de calidad de agua en nuestros ríos, lagos y lagunas.

Dado que estos choritos además de actuar como un buen indicador de la calidad del agua aportan otros beneficios a los ecosistemas acuáticos, es altamente necesario tomar medidas para su conservación y manejo.



Figura 2. Concentración de choritos *Diplodon chilensis* como puntos generadores de biodiversidad (gentileza Dr. Stefan Woelfl).

Entre los otros beneficios que aportan choritos i) ayudan a limpiar y a aumentar la transparencia de los sistemas acuáticos contaminados con materia orgánica, gracias a su eficiente capacidad filtradora y ii) constituyen bancos (conjunto de individuos) generadores de biodiversidad (Figura 2); esto es con sus conchas (valvas) son capaces de generar hábitat para otros grupos de organismos (larvas de insectos, gusanos, caracoles y otros) y por tanto son capaces de atraer peces que allí se alimentan.

Aportes desde la UC Temuco

Los autores de este trabajo iniciaron sus investigaciones relacionadas con el chorito de agua dulce *Diplodon chilensis* en los años 80, bajo el equivalente del actual laboratorio de Limnología y Recursos Hídricos del Departamento de Ciencias Ambientales. Los estudios se han llevado a cabo bajo proyectos financiados por diferentes entidades, tanto

internas como externas a la Universidad. Los primeros proyectos fueron descriptivos y estuvieron destinados a conocer la biología de los choritos así como su biometría (relación longitud, altura y espesor), aspectos relacionados con su crecimiento y reproducción.

Posteriormente mediante estudios descriptivos y experimentales (de campo y de laboratorio) se conocieron aspectos vinculados con su capacidad de filtración, tipo de alimentación, capacidad de movimiento y desplazamiento y, su relación con otras especies, como las pancoras de agua dulce, que se los comen. Últimamente los estudios han seguido dos líneas de trabajo: i) considera a los choritos como "bioingenieros" dado que con la disposición de las valvas de organismos vivos y muertos, genera heterogeneidad del ambiente, acumula materia orgánica (alimento) y otorga refugio para otros organismos (larvas de insectos y otros) constituyendo además una atractiva área de alimentación para peces de hábitos bentónicos y ii) es investigación aplicada relacionada con la utilización de los choritos en sistemas productivos por ejemplo para descontaminar aguas residuales de pisciculturas. Estas investigaciones han generado presentaciones a congresos nacionales e internacionales así como publicaciones en diversas revistas científicas.

PARA SABER MÁS

- LARA G & E PARADA (1991) Seasonal changes in the condition index of *Diplodon chilensis* (Gray, 1828) in sandy and muddy substrata. Villarica lake. Chile. (39°18'S; 72°05'W). Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 62: 99-106.
- LARA G, A CONTRERAS & F ENCINA (2002) La almeja de agua dulce *Diplodon chilensis* (Bivalvia: Hyriidae) potencial biofiltro para disminuir los niveles de coliformes en pozos. Experimentos de laboratorio. Gayana 66 (2): 113-118.
- LARA G, E PARADA & S PEREDO. 2002. Alimentación y conducta alimentaria de la almeja de agua dulce *Diplodon chilensis* (Bivalvia: Hyriidae). Gayana 66 (2): 107-112.
- LARA G & E PARADA (2009) Substrate selection by the freshwater mussel *Diplodon chilensis* (Gray 1828): Field and laboratory experiments. Journal of Molluscan Studies 75: 153-157.
- PARADA E, S PEREDO, S CÁRDENAS, I VALDEBENITO & M PEREDO (2008) *Diplodon chilensis* Gray, 1828 (Bivalvia: Hyriidae) a potential residual waters depurator on inland water salmonid fish-farms: A laboratory scale study. Gayana 72 (1): 68-78.

EL INDOMITO RÍO TRANCURA

El río Trancura, conocido mundialmente por la práctica del *rafting*, es también escenario de habituales inundaciones que afectan a los habitantes de la comuna de Curarrehue. Un territorio sin considerar las áreas de inundación representa un riesgo para las personas.

Por Jorge Jerez B¹, Alejandro Jerez M² & Miguel Aguayo A.³

Introducción

El río Pucón nace de la confluencia de los ríos Trancura y Maichín, aproximadamente a un kilómetro aguas abajo de la ciudad de Curarrehue. Este río es conocido internacionalmente por sus rápidos, donde se desarrolla pesca deportiva, rafting y otras

actividades recreativas, aunque es mayormente identificado como río Trancura, desde su nacimiento hasta su desembocadura en el lago Villarrica. Los registros muestran que este río, presenta una alta frecuencia de inundaciones, la última de

ellas ocurrió durante junio del año 2018 y anterior a esta, una de grandes proporciones en el año 2014 (Figura 1). Las inundaciones causadas por los ríos se encuentran entre los desastres naturales más comunes y producen daños a viviendas e

¹Ingeniero Agrónomo, doctor en Ciencias de la Ingeniería. Profesor de hidrología para las carreras de Ingeniería en Recursos Naturales y Geografía. Departamento de Ciencias Ambientales, Facultad de Recursos Naturales. ²Alejandro Jerez M. Ingeniero Ambiental, consultor. ³Miguel Aguayo A. Ingeniero Ambiental, doctor en Geociencias, profesor de Modelamiento Ambiental para las carreras de Ingeniería en Recursos Naturales y Geografía. Departamento de Ciencias Ambientales, Facultad de Recursos Naturales.



infraestructura pública, erosión de suelos, contaminación e interrupción de vías de comunicación. Estos fenómenos son producto del aumento del caudal transportado por el río, debido a las lluvias producidas por tormentas, que excediendo la capacidad del cauce producen desbordes de las orillas inundando las tierras adyacentes.

En el caso del río Trancura, este fenómeno se produce en un río precordillerano. Los ríos precordilleranos se caracterizan por pendientes pronunciadas, y que por lo general no son propensos a inundaciones, por lo cual surge la pregunta ¿cuáles son las condiciones que predisponen el área del río Trancura a las inundaciones? El río Trancura, no obstante, su ubicación precordillerana, presenta un tramo ubicado entre Curarrehue y Llafenco que se caracteriza por una baja pendiente producto de los fenómenos geológicos y tectónicos que dieron origen al valle. Esta característica está lejos de ser única en el río Trancura y se observan en otras áreas de la región, como en el sector Maite en el río Maichín o en el río Allipen en las cercanías de Cunco.

Si bien las crecidas del río Trancura han sido históricas, el constante aumento de la población y un creciente interés por asentarse en el valle, hace que un número significativo de personas se vea expuestas a los riesgos de las crecidas del río. Un catastro reciente desarrollado por la Universidad Católica de Temuco, ha identificado más de 2.000 viviendas y estructuras ubicadas en áreas cercanas al río que podrían encontrarse en situación de riesgo.

De acuerdo a estudios realizados por Servicio Nacional de Geología y Minería, el sector comprendido entre Llafenco y Curarrehue correspondería a un antiguo lecho de lago, el que se formó por una obstrucción del cauce producida por coladas provenientes de los volcanes Villarrica y Hualamolle. A través del tiempo, el material en suspensión transportado por el río sedimentó en el área dando origen a un valle con escasa pendiente.

En la actualidad este sector del río presenta un curso serpenteante, con la presencia de pronunciados meandros y lagos en U, los que son posibles de observar desde imágenes aéreas, evidencia de un largo proceso de formación geomorfológico. Los meandros se caracterizan por un proceso dinámico de erosión y sedimentación, que se traduce en un lento pero continuo cambio del curso del río. Este fenómeno natural tiene profundos efectos sociales en los habitantes del sector, ya que la erosión puede traducirse en la pérdida de una importante porción del patrimonio de las familias, que mayoritariamente tienen propiedades de mediano a pequeño tamaño (Figura 2). Por esta razón, en la comuna se han desarrollado intervenciones en el cauce que permiten proteger las orillas del río y reducir el efecto de las crecidas en la erosión (Figura 3).



Figura 2. Erosión en el cauce del río Trancura. Fotografías: Laboratorio de Recursos Hídricos, UC Temuco.

Otros efectos de la erosión son el derribo de árboles que caen el cauce del río (Figura 4) y el depósito de sedimentos en el lecho que se traduce en una disminución de la capacidad de transporte del cauce.



Figura 3. Protección de riberas en orillas del río Trancura. Fotografía: Laboratorio de Recursos Hídricos, UC Temuco.



Figura 4. Acumulación de sedimentos y troncos en el río Trancura. Fotografías: Laboratorio de Recursos Hídricos, UC Temuco.

La cuenca del río Trancura cubre un área de 1.379 km² desde su nacimiento hasta la estación fluviométrica de Llafenco, abarcando desde los faldeos de los nevados de Sollipulli por el norte hasta las laderas norte del volcán Lanín por el sur. Desde la ladera norte de los nevados de Sollipulli nace el río Maichin que drena un área de 489 km² y desde las laderas norte del Volcán Lanín nace el río Trancura. A esto ríos, se suman los ríos Cavisañi más conocido en la zona como Cabedaña, que drena una importante subcuenca proveniente desde el volcán Quetrupillán y los ríos Relicura y Repehuillin; y un importante número de esteros que alimentan el cauce del río Trancura.

Las causas de las inundaciones

A la fecha se han desarrollado dos hipótesis para explicar las crecidas del río, la primera adjudica a la presencia de formaciones rocosas asentadas en el lecho del río en el sector de Llafenco que limitaría la capacidad del río para transportar los caudales que se producen en los periodos invernales y otoño. Estas formaciones rocosas actuarían como un «taco» que produciría un represamiento de la crecida influyendo en la acumulación aguas arriba de este punto. La segunda hipótesis explica las crecidas debido a la baja capacidad de conducción o porteo del río para transportar el caudal de las crecidas, vinculado a la baja pendiente del cauce y del terreno, principalmente en el sector comprendido entre Curarrehue y Llafenco. Durante las crecidas, el río se expande a la llanura de inundación, en la cual se puede observar, las áreas que recurrentemente el río ocupa durante las crecidas (Figura 5).



Figura 5. Comparación del curso del río Trancura entre febrero y junio 2018. Fotografías: Laboratorio de Recursos Hídricos, UC Temuco.

Además, las crecidas son causadas por las altas precipitaciones que ocurren en la precordillera y que, por las pendientes de la parte alta de la cueca, rápidamente convergen al valle, presentando bajos tiempos de concentración. Unido a lo anterior, los habitantes históricos de varios sectores de la cuenca han destacado el rol que tienen las nevadas y su derretimiento en las inundaciones causadas por el río.

Un reciente estudio del Departamento de Ciencias Ambientales de la Universidad Católica de Temuco documentó la crecida del año 2018, que permitió identificar el rol que la acumulación y derretimiento de las nieves tienen en las crecidas. Durante el invierno se produjo una acumulación de nieve en los valles de los ríos Maichín y Relicura, incluso a cotas inferiores a los 1.000 msnm, no evidenciándose la presencia de nieve en las otras subcuencas. La tormenta que se produjo entre el 26 y 28 de junio produjo la crecida del río Trancura afectando sectores entre Los Sauces y Catripulli, pero no a la ciudad de Curarrehue. De hecho, la crecida afectó sectores aguas abajo de la unión de los ríos Trancura y Maichín, por lo que las causas de la crecida se buscaron en el comportamiento hidrológico de la cuenca de este último río. Un factor que llamó la atención fue la presencia de nieve en las cuencas de los ríos Maichín y Relicura, que se encontró presente previo a la tormenta y ausente posterior a la crecida, como lo evidenciaron fotos satelitales de la zona (Figura 1). La cuantificación del efecto de la nieve de las cuencas de los ríos Maichín y Relicura se constituye en una necesidad, ya que en ambas cuencas no se cuenta con registro de profundidad de nieve, precipitación y caudal. Esto cobra mayor importancia con las modificaciones climáticas, debido a que cambios en los patrones de temperatura durante la primavera podrían producir una mayor velocidad del derretimiento de las acumulaciones nivales.

El registro de la crecida en la estación fluviométrica de Llafenco de la Dirección General de Agua indicó que el caudal máximo instantáneo alcanzó los 600 m³/s, y las mediciones permitieron estimar que el agua en el río Trancura experimentó una variación entre 4 y 6 m de altura (Figura 6). La información para Curarrehue indica que el caudal máximo alcanzado en la estación de control fluviométrica alcanzó a los 203 m³/s. Comparativamente, la crecida del año 2018, fue de menor magnitud que la experimentada por la cuenca en el año 2014, cuando el registro de caudales indicó que la crecida alcanzó los 827 m³/s en la estación Llafenco y 286 m³/s en la estación de Curarrehue, y que tuvo como consecuencia la interrupción del camino internacional por varios días.

Al comparar las tormentas de los años 2014 y 2018, se pudo observar diferencias en el origen y efectos de las crecidas. A diferencia de la crecida del 2018, el desborde de los ríos en el año 2014



Figura 6. Pasarela Casa de Lata, arriba febrero de 2018, abajo junio de 2018. Fotografías: Laboratorio de Recursos Hídricos, UC Temuco.

afectó al conjunto de los cauces de la cuenca y la revisión de imágenes satelitales de la fecha no mostró acumulación de nieve en los valles de los ríos. Sin embargo, el frente de mal tiempo produjo una precipitación que varió entre los 285 y 418 mm en las tres estaciones meteorológicas ubicadas en la cuenca. La mayor precipitación se produjo en la estación de Puesco (sector alto de la cuenca) y en la estación de Curarrehue una precipitación de 327 mm (sector medio de la cuenca). Esta tormenta afectó de manera severa la ciudad de Curarrehue, poniendo en riesgo viviendas debido a la erosión que la crecida generó en los márgenes del río. En contraste, en la crecida del año 2018, las precipitaciones variaron entre 216 y 394 mm, con la mayor precipitación en el sector Llafenco (sector bajo de la cuenca) y 242 mm en Curarrehue.

Consecuencias de las crecidas

Entre las consecuencias de las crecidas del río se encuentra la pérdida de patrimonio para las familias, daños a la infraestructura vial y pérdida de conectividad vial por la inundación de caminos (Figura 7) y el riesgo para la vida de las personas. La pérdida de conectividad en la comuna se produce en la ruta principal cuando el caudal del río Trancura en la estación fluviométrica DGA de Llafenco alcanza aproximadamente los 400 m³/s, lo que en el período 2000 al 2018 ocurrió en 36 oportunidades. La media de las crecidas es de 1,89 crecidas/año, con un rango entre 0 y 7 desbordes del río por año, las que causaron la interrupción de la ruta internacional por un total de 54 días.



El impacto de las crecidas en los caminos interiores no ha sido cuantificado por la falta de información, pero los habitantes reportan severas limitaciones en su desplazamiento. La pérdida de patrimonio de las familias se refleja en el daño a las viviendas y sus enseres (Figura 8), las pérdidas por muerte de ganado, la disminución y pérdida de terreno por la erosión causada por los ríos. La erosión de los márgenes de las orillas de los ríos puede traducirse en la pérdida de una fracción significativa de suelos cultivables, reduciendo la capacidad de subsistencia de las familias. La erosión de las orillas, de igual manera, produce socavamientos que pueden afectar tanto a caminos como viviendas. En la crecida del año 2014, se debieron desplegar acciones de emergencia para evitar la pérdida de viviendas amenazadas por las crecidas y que producto del socavamiento de las orillas se vieron en riesgo de ser destruidas por la crecida del cauce.



PARA SABER MÁS

- DALLAFIOR V, R CANEPEL, F BURROW & M SILIGARDI.
Índice de Funcionalidad Fluvial en Ríos Andinos de la Región de la Araucanía. 207 páginas. s/f.
- MORENO H. & C JARA (2006)
Remociones en Masa en el Río Trancura, Araucanía, Chile: El flujo de detritos de Curarrehue. XI Congreso Geológico Chileno. Antofagasta 7 al 11 agosto, 2006. Actas



RECUPERACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA FLORA NATIVA DE LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

La técnica de enraizamiento de estacas ha sido probada en varias especies leñosas nativas, lo que ha significado un gran aporte al manejo sustentable de nuestros ecosistemas.

Por Mirtha Latsague Vidal ¹

La pérdida de biodiversidad es un problema a escala global, y es posible observar sus consecuencias en Chile, comprometiendo zonas de altísimo valor, como los bosques de la selva valdiviana o los valles de la zona central. Las principales causas de esta pérdida son la sobreexplotación, la invasión de especies exóticas y sobre todo la fragmentación y destrucción del hábitat por drenaje de los suelos, tala y roce a fuego, con el objeto de obtener suelos aptos para la agricultura.

En este contexto, la Región

de La Araucanía se ha visto afectada de igual manera, debido a que alberga un número importante de especies endémicas de nuestro país, con serios problemas de conservación y/o presentarse asociadas a ecosistemas frágiles y prioritarios, tal es el caso de los bosque pantanosos de mirtáceas ubicados en la depresión intermedia los cuales han sido intervenidos a través

del drenaje de sus suelos, significando una pérdida de las especies dominantes de estos ecosistemas como *Blepharocalyx cruckshanksii* Nied. (temu) y *Myrceugenia exsucca* O.Berg (pitra).

Temu: árbol pequeño siempre verde que alcanza una altura de hasta 15 m, es endémico de los bosques del Centro Sur Chile, se distribuye desde Aconcagua hasta Llanquihue. Florece desde diciembre a febrero. Su fruto madura entre los meses de febrero y abril, es una baya redonda con cubierta de color marrón oscuro con tonalidades rojizas, éstos de sabor amargo recuerdan a los del café, se les da principalmente un uso medicinal. Su estado de conservación es Casi amenazado.

Donde verlo: monumento Natural Cerro Ñielol y en pitrantos del Borde costero Región de La Araucanía sector Boroa.



Pitra: árbol pequeño siempre verde que alcanza una altura de hasta 15 m, se distribuye desde Aconcagua hasta Chiloé. Florece entre enero y marzo, posee flores blancas y reunidas en grupos de aproximadamente 10. Su fruto es una baya que madura entre los meses de septiembre y noviembre. Al igual que Temu, forma parte de la vegetación ribereña de asociaciones endémicas de bosques pantanosos o "hualves" que albergan y protegen una amplia diversidad de organismos. Su estado de conservación es En Peligro.

Donde verlo: en pitrantos del Borde costero Región de La Araucanía sector Boroa y sector Pumalal al Norte de Temuco.

Por otra parte en la Región de La Araucanía comuna de Carahue, ha ido disminuyendo



la población de *Berberidopsis corallina* Hook f. (Michay rojo) especie asociada al bosque mixto de *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst. (coigue) y *Drimys winteri* J.R.Forst. & G.Forst (canelo). Por

ser un arbusto trepador y poseer unas hermosas flores y frutos de colores púrpuras es codiciado de manera ornamental en el extranjero.

Michay rojo: arbusto trepador endémico de la Cordillera de la Costa que se distribuye desde la Provincia de Cauquenes en la Región del Maule, hasta la Provincia de Osorno en la Región de Los Lagos.

Es una planta siempreverde de hasta 15 m de altura o más. Posee flores péndulas y su floración es entre diciembre y abril. El fruto una baya, morada oscura, que alcanza su maduración entre enero y marzo. Por su belleza es una excelente planta ornamental. Por la resistencia y flexibilidad, sus tallos son utilizados para confeccionar hermosas y firmes piezas de cestería. Su estado de conservación es Vulnerable.

Donde verlo: sector la Cabaña en la Cordillera de la Costa, al norte de Carahue.



Eucryphia glutinosa Focke (guindo santo), una especie endémica de Chile, actualmente se encuentra con problemas de conservación. Su área de distribución y su contingente poblacional han disminuido con-

siderablemente, disminución asociada a la construcción de represas hidro-eléctricas, la deforestación y la corta de bosque nativo para plantaciones y propósitos agrícolas.

Guindo santo: Árbol o arbusto endémico que se distribuye en la precordillera andina. Alcanza una altura de hasta 5 m. Posee flores de aproximadamente 6 cm de diámetro, solitarias, la floración es entre diciembre y febrero. El fruto es una cápsula dura, leñosa, con forma de pera. Las semillas son de color café y su maduración es entre febrero y abril. Su flor de cuatro pétalos blancos y vistosos con numerosos estambres, es muy semejante a la flor de Ulmo, especie con la que está emparentada, ya que ambas pertenecen a la familia Eucryphiaceae, pero se diferencian en que el guindo



santo posee hojas compuestas. Al igual que el Ulmo es una especie ornamental y melífera. Su estado de conservación es de Vulnerable.

Donde verlo: Parque Nacional Tolhuaca y Reserva Nacional Malleco.

Diversos autores, señalan la importancia de desarrollar estrategias efectivas, destinadas a salvaguardar el futuro de estas especies amenazadas del centro y sur de Chile, mediante estudios de sus sistemas de reproducción tanto sexual como asexual por lo que, aplicar protocolos de propagación, resulta necesario para aumentar el número de individuos. Para la propagación vegetativa, cuando se quiere inducir raíces adventicias debe considerarse que la aptitud para formar nuevos individuos depende en gran medida de la especie y de las características del material vegetativo, como la consistencia del tejido, el ambiente de propagación, las técnicas y los tratamientos hormonales entre otros factores (Hartmann Kester *et al.* 2002).

Con el objetivo de propiciar la recuperación de la vegetación nativa con problemas de conservación en la región de La Araucanía y reintroducir las especies en sus localidades típicas o en otras áreas de su rango de distribución natural, especialmente en sectores de Áreas Silvestres Protegidas, el grupo de investigación del Laboratorio de Ecofisiología Vegetal y Citogenética de la Escuela de Ciencias Ambientales, han venido aplicando técnicas de macro propagación por enraizamiento de estacas, obteniendo resultados positivos en todas las especies anteriormente señaladas. La formación de raíces se logra entre cuatro y cinco meses y posteriormente son manejadas en vivero como una planta convencional. Los principales beneficios se encuentran en la obtención de altas tasas de multiplicación en un corto periodo ofreciendo una importante ventaja para masificar una amplia gama de plantas.

Las plantas obtenidas han sido plantadas en su sitio original, como asimismo, se ha entregado un número de ejemplares a la Corporación Nacional Forestal (CONAF) para ser plantadas en sitios de Reserva Nacional dependientes de esta Institución.



Plantación de estacas en camas de enraizamiento.

PARA SABER MÁS

BENOIT L (1989) Libro rojo de la Flora Terrestre de Chile. Corporación Nacional Forestal (CONAF). Santiago, Chile. 157 pp.

HARTMANN & KESTER (2002) Plant propagation: Principles and practices. New Jersey, USA. Prentice Hall. 880 pp.

HECHENLEITNER P, M GARDNER, P THOMAS, C ECHEVERRÍA, B ESCOBAR, P BROWNLESS & C MARTÍNEZ (2005) Plantas amenazadas del centro-sur de Chile. Distribución, conservación y propagación.

Universidad Austral de Chile y Real Jardín Botánico de Edimburgo. 1a Edición. 188 pp.

LATSAGUE M, P SÁEZ & E HAUENSTEIN (2008) Inducción de enraizamiento en estacas de *Berberidopsis corallina* con ácido indolbutírico. Bosque 29(3): 227-230.

LATSAGUE M, P SÁEZ & J YÁÑEZ (2009) Efecto del ácido indolbutírico en la capacidad rizogénica de estacas de *Eucryphia glutinosa*. Bosque 30(2): 102-105.

LATSAGUE M, P SÁEZ & L CORONADO (2010) Tratamientos pre-germinativos para

Myrceugenia exsucca (Myrtaceae). Bosque 31(3):243-246.

LATSAGUE M, P SAEZ & E HAUENSTEIN (2010) Propagación vegetativa de *Myrceugenia exsucca* y *Blepharocalyx cruckshanksii*, especies dominantes del bosque pantanoso de la Depresión Intermedia de la Región de La Araucanía, Chile. Bosque 31(3):247-251.

TRANSLOCACIÓN DE FAUNA SILVESTRE

UNA PRÁCTICA CONTROVERSIAL

A principios de la década de los noventa, más de un millón de animales ya habían sido translocados. Actualmente, a nivel mundial se calcula que más de 1.000 animales son translocados cada año.

Por Tatiana Vuskovic Gutiérrez¹

Liberación de fauna silvestre

El movimiento y liberación de animales silvestres es una práctica antigua, que se realiza en todas partes del mundo y que camina de la mano con la historia del hombre, pero que se inicia notoriamente con el cambio de costumbres como el sedentarismo, el desarrollo de civilizaciones y por ende la introducción de sistemas agrícolas

y ganaderos en las formas de desarrollo económico. La translocación por lo tanto, es considerada un proceso vinculado estrechamente a las actividades que provocan cambios en la composición original del paisaje. Las consecuencias de estas actividades se traducen en la alteración o disminución de hábitat para especies silvestres, por lo cual ha sido necesario crear acciones concretas para evaluar el estado de las poblaciones de flora y fauna en su hábitat natural y desarrollar

estrategias que aporten en su conservación, tanto *in situ* como *ex situ*, sobre todo porque la alteración y degradación del hábitat es una práctica continua y que afecta directamente a especies y sus poblaciones.

Frente a este escenario, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) creó una comisión denominada «Comisión para la Sobrevivencia de las Especies» (SSC, Species Survival Commission), la que establece

¹ Médica veterinaria, Magíster en Recursos Naturales, mención Biodiversidad y Manejo de Vida Silvestre de la Universidad Católica de Temuco. Departamento de Ciencias Ambientales, Facultad de Recursos Naturales.



Fragmentación de hábitat. Fotografía: Andrés Charrier.

mecanismos, y sistemas para la protección de especies en su hábitat natural (*in situ*), así como para especies fuera de su hábitat (*ex situ*), los cuales incluyen programas en zoológicos, criaderos, centros de reproducción, centros de rehabilitación, entre otros y que tienen como objetivo principal mantener poblaciones viables en cautiverio, con el fin de realizar translocaciones de éstas.

La translocación

La IUCN define translocación como un movimiento deliberado y mediado de animales silvestres o poblaciones de una parte de su rango de su distribución natural a otra. La translocación tiene distintos objetivos como por ejemplo el reforzamiento, que consiste en la adición de conespecíficos a poblaciones ya existentes pero disminuidas, la



Captura de monito del monte (*Dromiciops gliroides*). Fotografía: P. Marchant.

reintroducción de especies que han desaparecido dentro de su territorio original y la introducción para la conservación, la cual es una colonización asistida de especies fuera de su rango original.

Empleo de la translocación

Algunos de estos movimientos se realizan bajo condiciones de exigencia inmediata, como es el caso de la fauna que mantiene conflictos con los



Uso agrícola y parque eólico en Renaico. Fotografía: Tatiana Vuskovic.

seres humanos, principalmente por intereses económicos o de inversión. En Chile, el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), es una herramienta elaborada para regular y controlar el desarrollo de proyectos de inversión y sus efectos sobre el medio ambiente, considerando medidas de mitigación, reparación o compensación, con el fin de disminuir los efectos adversos que puede provocar un proyecto en el ecosistema. Una de las medidas más ampliamente utilizadas, es el rescate y relocalización de fauna, que incluye la translocación de especies o poblaciones con el fin de resguardarlas frente a una pérdida o alteración de su hábitat y está dirigida principalmente a especies de baja movilidad y que estén clasificadas en categorías de amenaza.

Efectividad de la translocación

Se ha observado que la efectividad de una translocación depende de varios factores, por ejemplo, el movimiento de animales hacia un hábitat de alta calidad se asocia a mejores resultados, también aquellos movimientos dentro de rangos históricos, los que funcionan mejor que aquellos a rangos periféricos o fuera del territorio original. En el caso de los animales herbívoros, estos tienden a mostrar translocaciones con mejor resultado que aquellos animales carnívoros u omnívoros.

Además, la translocación dentro de áreas con competidores potenciales o especies con formas de vida similares podrían ser



Traslado de matuastos del Maule *Phymaturus maulense*. Fotografía: Andrés Charrier.



Captura de un lauchón orejado de Darwin *Phyllotis darwini*.

Fotografía: María Loreto Miranda.

menos exitosos que aquellos movimientos a áreas sin potenciales competidores. Sin embargo, la efectividad de las translocaciones en fauna silvestre se ha debatido ampliamente en las últimas dos décadas y las tasas de éxito reportadas en la literatura son bajas, particularmente para especies amenazadas o en peligro.

Ventajas de la translocación

La translocación de fauna silvestre debiera tener como meta, el establecer una población viable y libre en la naturaleza. Entre los beneficios que la translocación otorga a la conservación de las especies silvestre podemos encontrar las siguientes:

- Es una forma a corto o largo plazo para aumentar la posibilidad de supervivencia o la recuperación de una especie.
- Permite que nuevas poblaciones se establezcan, existiendo poblaciones que pueden ser mejoradas o restablecidas.
- Permite la continuidad biológica de una población, trasladando la mayor proporción de sus individuos y permite la conservación del patrimonio genético de la población.



Marcaje de un sapo de pecho espinoso *Alsodes tumulosus* con microchip. Fotografía: Andrés Charrier.

Desventajas de la translocación

Por otro lado, las consecuencias negativas o desventajas que tienen las translocaciones son diversas y es necesario evaluar si se justifica o no su implementación según cada situación en particular. Dentro de las desventajas que se conocen podemos nombrar:

- El estrés que provoca en los individuos la manipulación física en la captura y marcaje, el transporte y la liberación en un ambiente desconocido.
- La mayoría de las técnicas de marcaje corresponden a técnicas invasivas con un cuestionado manejo ético como el corte de dedo, remoción de escamas, tatuajes, etiquetas subcutáneas y superficiales y microtransmisores.
- La sustancial pérdida de masa corporal, desorientación y un incremento en la movilidad y mortalidad de los organismos, al intentar retornar al sitio de captura (*homing* o filopatría).
- La translocación a nuevos territorios pueden perturbar la vida silvestre que habita el lugar, alterando el equilibrio ecológico existente. Puede existir alta competencia o no cumplir con los requerimientos de hábitat que la especie necesita para subsistir.
- Transmisión de enfermedades, problema que puede dividirse en tres categorías: enfermedades introducidas por un animal portador subclínico (asintomático) a una región nueva, vectores de enfermedades introducidas a localidades geográficas nuevas y enfermedades contraídas por los animales translocados luego de ser trasladados a una región nueva.



Medición de reptiles. Fotografía: María Loreto Miranda.



Marcaje de reptiles. Fotografía: Gonzalo Fuster.

Recomendaciones

Frente a este escenario, se puede rescatar una serie de recomendaciones para el desarrollo de translocaciones cumpliendo algunos requisitos y sugerencias con el propósito de direccionar al éxito del establecimiento de una especie o población, lo cual recordemos, es el objetivo principal de las translocaciones, estas son:

- Previo a una translocación, el proyecto debe ser evaluado, los objetivos identificados y las técnicas de monitoreo especificados. El objetivo a largo plazo deber ser la búsqueda de auto sostenimiento de las poblaciones con mínima intervención humana.
- Las especies nativas, no deben verse amenazadas en el proceso.
- Se debe considerar el estudio sanitario desde y hacia donde se quiere realizar la translocación, al ser una forma rápida de propagar enfermedades entre poblaciones.
- Debe documentarse todo el proceso para observar el éxito o no de la translocación (Monitoreo).

Este último punto es sumamente importante y pocas veces respetado, principalmente por los costos extras que implica su implementación, pero un monitoreo es el único indicador capaz de demostrarnos el éxito o fracaso de una translocación. Esto es fundamental ya que nos permite tomar decisiones futuras y establecer protocolos con el fin de mejorar cada vez más los procedimientos y regular así, las malas prácticas.

PARA SABER MÁS

- GERMANO JM & PJ BISHOP (2009) Suitability of amphibians and reptiles for translocation. *Conservation Biology* 23(1): 7-15.
- LOBOS G, C MÉNDEZ & A ALZAMORA (2013) Utilización de marcas electrónicas" PIT tags" en *Liolaemus* y descripción de una técnica de implante para especies de pequeña y mediana talla. *Gayana (Concepción)* 77(1): 26-34.
- SERIO-SILVA JC (2011) La translocación y reintroducción en el manejo y conservación de las especies. En: Gallina S & C López (edit.) *Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna*: 221-234. Universidad Autónoma de Querétaro, Instituto de Ecología, A.C. México.
- SOORAE PS (ed) (2008) *Global re-introduction perspectives: re-introduction case-studies from around the globe*. IUCN.
- SULLIVAN BK, EM NOWAK & MA KWIATKOWSKI (2015) Problems with mitigation translocation of herpetofauna. *Conservation Biology* 29(1): 12-18.
- VILLASEÑOR NR, MA ESCOBAR & CF ESTADES (2013) There is no place like home: high homing rate and increased mortality after translocation of a small mammal. *European Journal of Wildlife Research* 59(5): 749-760.

CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS CON AVES RAPACES

Una lechuza blanca come unos 1.000 ratones al año, lo que la convierte en una eficaz controladora de ratones que son plagas silvoagropecuarias o de reservorios de enfermedades como el hantavirus.

Por Andrés Muñoz Pedreros¹

Plagas y aves rapaces

Algunas especies de roedores se consideran plaga cuando obstaculizan las actividades del hombre y su impacto estará en directa relación con el daño causado. Por otro lado las aves rapaces son eficaces consumidoras de roedores, lo que las convierte en especies útiles para el ser humano, por lo tanto el rol ecológico de estas aves es profiláctico y contribuyen al control integrado de plagas.

¹ Médico Veterinario, Magister en Ecología, Doctor en Ciencias Ambientales. Profesor de Fauna silvestre de Chile y Manejo de fauna silvestre para la carrera de ingeniería en Recursos Naturales Renovables en el Departamento de Ciencias Ambientales de la Universidad Católica de Temuco. Investigador del Núcleo en Estudios Ambientales, NEA.



Arriba ratón de cola larga transmisor de hantavirus; abajo degú de Bridges, plaga forestal en la zona costera de la Región del Biobío.

Los roedores son perjudiciales para la actividad agropecuaria, dañando acopios de cosechas y cultivos, perdiéndose importantes recursos a causa de sus ataques. En la región del Biobío el roedor nativo degú de Bridges (*Octodon bridgesi*) es una plaga forestal preocupante.

Por otro lado, algunos roedores tienen un importante rol en la epidemiología de diversas enfermedades que afectan a los animales domésticos y al ser humano. Por ejemplo, la leptospirosis es una zoonosis que afecta a personas que desarrollan actividades agrícolas. En Chile se ha detectado leptospirosis en el ratón introducido rata negra *Rattus rattus* y los roedores nativos laucha de pelo largo *Abrothrix longipilis*, el ratón de cola larga *Oligoryzomys longicaudatus*, y laucha olivácea *Abrothrix olivaceus*. También lo es la yersiniosis, causada por la bacteria *Yersinia enterocolitica*, que genera cuadros entéricos en humanos y animales y que involucra al ratón introducido guarén *Rattus norvegicus*, y los nativos, laucha de pelo largo, laucha olivácea y ratón de cola larga.

Pero la más grave es el Hantavirus, cuyo reservorio y transmisor es el ratón de cola larga que se distribuye de Copiapó a Magallanes.

Requisitos de un controlador

Se espera que las aves rapaces que pueden tener utilidad como controladores biológicos de roedores cumplan, en lo posible y en general, con los siguientes requisitos: (a) consuman un alto número de ejemplares de la plaga, (b) consuman la plaga en forma selectiva, (c) tengan un período de actividad (nocturno/diurno) superpuesto a la plaga, (d) sean relativamente abundantes en el área a intervenir, al menos en su estado natural con baja alteración humana y (e) ojalá sean grandes, ya que el tamaño del ave rapaz y sus necesidades de energía están relacionadas, por lo que se espera que consuman más ejemplares de la especie a controlar.

Dieta de algunas aves rapaces

Las dietas de algunas aves rapaces están bien estudiadas en Chile, lo que permite asegurar que varias aves rapaces depredan sobre el reservorio de hantavirus y otras enfermedades, entre ellas se destacan especies nocturnas como: la lechuza blanca *Tyto alba*, el concón *Strix rufipes*, el tucúquere magallánico *Bubo magellanicus* y el nuco *Asio flameus*; entre las aves rapaces diurnas destaca por sobre todo el milano bailarín *Elanus leucurus*. Para estudiar su dieta se analizan las egagrópilas, material regurgitado que no pueden digerir (e.g., huesos, plumas y pelos) el que es identificado en laboratorio.

La dieta de la lechuza blanca la hemos estudiado en Valparaíso, Concepción y Temuco y la comparamos con otras 23 localidades de Chile. Analizando más de 4.000 egagrópilas constatamos que el 91% de lo que come son ratones y de ellos el 29% son ratones de colalarga.



De izquierda a derecha, egagrópilas, de pequeño, lechuza blanca y aguilucho.

La lechuza blanca come entre uno a tres ratones al día. Si se considera una familia de dos adultos y cuatro polluelos, el consumo será de 16 a 18 ratones diarios, totalizando unos 1.000 individuos sólo en las 10 semanas de crianza, de este modo el impacto que la lechuza blanca tiene sobre las poblaciones de roedores es muy relevante. Respecto al milano bailarín, comparamos casi 2.000 egagrópilas y el 98% de su dieta son ratones y las presas más consumidas es la laucha olivácea y el ratón de cola larga (46,3% y 21,3% respectivamente). El concón merece atención ya que su consumo de ratón cola larga es de un 42%.

Control biológico

El control biológico es un tipo de control de plagas que considera a un agente biológico como mecanismo de control de las especies generadoras del daño. La mantención y/o incremento de las poblaciones de aves rapaces que consumen reservorios (e.g., lechuza blanca, milano bailarín, concón) pueden contribuir al control biológico de roedores plaga y para incrementar las poblaciones de rapaces se debe mejorar su hábitat, especialmente espacios aptos para la nidificación mediante la instalación de artificios, por ejemplo, casas anideras y perchas.

Las perchas se construyen

para aves rapaces que usan la estrategia de caza de acecho. Son muy recomendables, tanto para las aves rapaces diurnas como para las nocturnas. Son eficaces para especies que suelen cazar roedores desde posaderas elevadas cerca de campos abiertos o en el límite de los bosques.

Para lechuzas blancas hemos instalado perchas de eucalipto, de tres metros de alto con travesaños de tres metros de largo, al norte de Concepción, las que fueron intensamente usadas y demostraron su efectividad para atraer lechuzas blancas y controlar una plaga forestal del roedor nativo degú de Bridges.

Paralelamente se debieran plantar árboles, que luego sustituirán estas perchas. Por su rápido crecimiento, en el sur de Chile proponemos coihues que en cinco años pueden sobrepasar los 2,5 metros y canelos, que aunque crecen menos (1,5 metros en cinco años), se adaptan muy bien a los ambientes cercanos a cauces de agua. Atendiendo a que en el sur de Chile existen más de 2,2 millones de hectáreas de plantaciones de pino insigne (*Pinus radiata*), una práctica útil podría ser el mantenimiento de algunos árboles a modo de tocones (perchas), de unos cinco metros de altura a razón de siete unidades por hectárea.

Varias especies de aves rapaces requieren de un espacio en altura para despedazar sus

presas y alimentarse con tranquilidad. Para satisfacer esta necesidad, y ante la carencia de árboles con ramas gruesas, se pueden instalar comederos artificiales, los que pueden estar instalados sobre ramas de árboles o directamente montados sobre un poste de madera.

Las casas anideras se instalan para ofrecer huecos para nidificar. Simulando las condiciones naturales se busca atraer a estas aves para que puedan reproducirse. Estos refugios alternativos han mostrado su efectividad desde hace muchos años.

No siempre las casas anideras instaladas son exitosas en la primera temporada, se debe esperar a la segunda o tercera temporada. Por otro lado si no existen lechuzas en un territorio amplio, la ocupación simplemente no ocurrirá; en este caso puede evaluarse la posibilidad de reintroducirlas después de una cuidadosa evaluación del hábitat (incluida la oferta de alimento), planificación y monitoreo de los ejemplares liberados con radiotelemetría. Esto es muy importante ya que se debe cautelar su sobrevivencia.

Las aves rapaces comienzan sus períodos reproductivos en primavera, por lo que, para lechuza se deben instalar las casas durante agosto.

La abertura de la casa debe estar orientada hacia la salida del sol, lo que permitirá que los



Polluelos de lechuza blanca en anidera de Peñuelas, Valparaíso.

polluelos reciban mayor calor. Sin embargo, no deben estar expuestas a los rayos directos, por lo que debe estar suficientemente cubierta por la fronda del árbol en que se instala. Debe evitarse la exposición de la abertura a los vientos predominantes. Se deben instalar a unos cinco metros de altura, cuidando de no dejarlas tan altas que impidan su manejo.

Para establecer el éxito de ocupación se deben revisar las casas periódicamente, cautelando que las casas estén correctamente instaladas. Cuando la casa ha sido ocupada, y ya existen polluelos, se debe evitar entrar en contacto visual excesivo con las crías, para evitar la impronta de los animales y estresarlos. La inspección debe ser rápida y en silencio, ya que en ocasiones las madres se asustan y no regresan al nido.

PARA SABER MÁS

MUÑOZ-PEDREROS (2019) Aves rapaces y control biológico de plagas. En: A Muñoz-Pedrerros, J Rau & J Yáñez (eds) Aves Rapaces de Chile Segunda edición: 447-487. CEA Ediciones

MUÑOZ-PEDREROS A & R MURÚA (1990) Control of small mammals in a pine plantation (Central Chile) by modification of the habitat of predators (*Tyto alba*, *Strigiformes* and *Pseudalopex* sp., *Canidae*). *Acta Oecologica* 11: 251- 261.

MUÑOZ-PEDREROS A, C GIL, J YÁÑEZ & J RAU (2010) Raptor habitat management and its implication on the biological control of the Hantavirus. *European Journal of Wildlife Research* 56(5): 703-715.

MUÑOZ PEDREROS A, P RUTHERFORD & C GIL (2007) Mapas de riesgo para Hantavirus en el Parque Nacional Conguillío, sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 80: 363-379.

OSTFELD RS & RD HOLT (2004) Are predators good for your health? Evaluating evidence for top-down regulation of zoonotic disease reservoirs. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2(1): 13-20

CELDA SOLARES FOTOVOLTAICAS

Convirtiendo la energía del sol en electricidad

Tres días de sol en la tierra proporcionan tanta energía como la que puede producir la combustión de los bosques actuales y los combustibles fósiles.

Por Ramiro Díaz Harris¹ & Angélica Francois Cifuentes²

Llamamos energía a la capacidad de realizar trabajo. Sin energía, es imposible realizar actividad alguna. Sin energía no hay vida posible: ¡el mundo estaría muerto!. Casi toda la energía disponible en nuestro planeta proviene, en último término, del sol. El sol emite un flujo total de energía en todo el rango de frecuencias equivalente a $3,8 \times 10^{23}$ kW, (o sea, 380 mil millones de millones de millones de kilowatt). Un «ki-

lowatt» equivale a la energía que consumen 25 ampolletas de 40 W encendidas durante un segundo. La energía solar como recurso energético tiene ventajas incomparables: es gratuita, fácil de obtener, 100% segura y limpia; además de cuidar el medio ambiente en el que vivimos.

En un día, la tierra recibe $3,7 \times 10^{21}$ calorías de energía solar. Esta cantidad supera en 100 veces el consumo total de la civilización humana en un año. Tres días de sol en la tierra proporcionan tanta energía como la que puede producir la combustión de los bosques actuales y los combustibles fósiles originados por fotosíntesis vegetal (e.g., carbón, turba y petróleo).

Si se dispusiera de captadores energéticos apropiados y con sólo el 4% de la superficie desértica del planeta, podría satisfacerse la demanda energética mundial, suponiendo un rendimiento de aquellos del 1%.

En un estudio publicado por el Dr. Matthias Loster, del Departamento de Física de la Universidad de California, y de acuerdo al mapa de radiación solar mostrado en la Figura 1, concluyó que si se instalasen centrales de energía solar en las seis zonas marcadas por los puntos, que corresponden a zonas desértica, se podría proveer algo más que la energía actualmente consumida en el mundo (asumiendo una eficiencia de conversión ener-

¹ Profesor de Ciencias Naturales y Químicas, doctor en Ciencias mención Química. Profesor del curso de Química Orgánica para la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales en el Departamento de Ciencias Biológicas y Químicas. ² Profesora de Química, Magíster en Ciencias mención Química. Profesora del curso de Química Analítica en el Departamento de Ciencias Biológicas y Químicas Q.E.P.D.

gética del 8%). Los colores en el mapa muestran la radiación solar local promedio, medida por satélites meteorológicos durante tres años, de 1991 a 1993 (24 horas al día).

Es destacable que uno de los puntos del mapa corresponde al desierto Atacama en el norte de Chile. Es más, según estos datos es la zona que recibe la mayor radiación solar (275 W/m²). Le sigue el desierto

Middle-East en Arabia (270 W/m²) y el Great Sandy en Australia (265 W/m²). Luego siguen los desiertos del Sahara en África, Geate Basin, en USA y Taka Makan en China (260, 220 y 210 W/m² respectivamente).

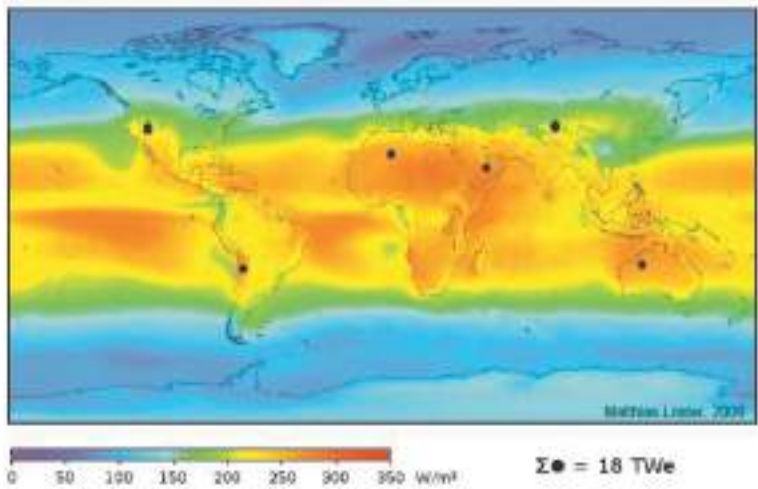


Figura 1. Mapa mundial de radiación solar promedio entre los años 1991 y 1993 y datos de los puntos de máxima radiación. (Fuente: pagina web del Dr. Loster, http://www.ez2c.de/ml/solar_land_area/)

Cómo aprovechar la energía solar

El usos de la energía solar no es nuevo, las plantas la han aprovechado desde siempre mediante el proceso de la fotosíntesis, donde transforman materia inorgánica en materia orgánica. Hoy en día existen varios métodos inventados por el hombre para utilizar la energía solar, entre otros, para convertirla en energía eléctrica.

La idea de convertir la energía solar en electricidad comenzó en 1839, cuando el científico francés, Alexandre-Edmond Becquerel descubrió que una corriente eléctrica podría ser producida haciendo brillar una luz sobre ciertas soluciones químicas. Luego, en 1886, el físico alemán Heinrich

Rudolf Hertz descubre el «efecto fotoeléctrico», que básicamente consiste en que electrones de una superficie metálica pueden escapar de ella si adquieren la energía suficiente suministrada por luz de una energía adecuada. Una comprensión de los principios científicos del efecto fotoeléctrico fue provista por Albert Einstein en 1905. Estos y otros estudios dieron la base para la creación de un dispositivo conocido como celda o célula solar. La primera celda solar de silicio que convertía el 6% de la luz solar que incidía sobre ella en electricidad fue desarrollada por Chapin, Pearson y Fuller en 1954. Este tipo de celdas fueron utilizadas en dispositivos especializados como satélites orbitales a partir de 1958.

Las celdas solares disponibles comercialmente en la actualidad están fabricadas principalmente de silicio. Dependiendo del tipo de silicio utilizado, se clasifican en monocristalinas, policristalinas o amorfas. La eficiencia de conversión de la luz solar en electricidad es mayor cuanto mayor es la pureza y tamaño de los cristales. El rendimiento de las primeras puede alcanzar el 24,5% mientras que el de las últimas puede no llegar al 10%, sin embargo su costo y peso es muy inferior.

¿Cómo funciona una celda solar?

En la producción de celdas solares de silicio, se introducen átomos de impurezas, proceso

denominado «dopaje» (Figura 2). Un átomo del silicio tiene 4 electrones de valencia. Estos son los electrones más externos, con los que el átomo se enlaza a los átomos adyacentes. Cuando se substituye un átomo de silicio por un átomo que tenga 3

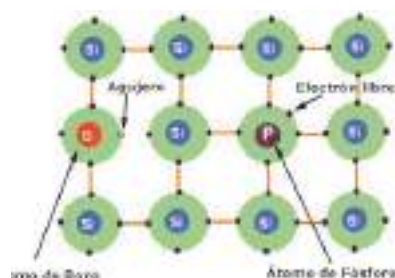


Figura 2. Celda de silicio dopada con átomos de boro y fósforo.

electrones de valencia, como boro por ejemplo, se producirá un espacio sin un electrón (un agujero), creando una región tipo P. Por otro lado, si se sustituye por uno que posea 5 electrones de valencia, como el fósforo, habrá un electrón extra que pueda moverse más

libremente que los otros, esto se conoce como región tipo N.

Cuando la radiación proveniente del sol con una energía adecuada, incide sobre la superficie de la capa P, se liberan electrones de los átomos de silicio los cuales, en movimiento, atraviesan la capa de semiconductor, pero no pueden volver. La capa N adquiere una diferencia de potencial respecto a la P. Si se conectan unos conductores eléctricos a ambas capas y estos, a su vez, se unen a un dispositivo eléctrico consumidor de energía, se iniciará una corriente eléctrica continua, tal como se esquematiza en la Figura 3.

Sistemas fotovoltaicos solares

Los paneles solares se forman por la conexión de muchas celdas solares fotovoltaicas. A su vez, se conoce como arreglo

solar a la interconexión de dos o más paneles solares. Finalmente la disposición de varios arreglos solares forma un Sistema fotovoltaico solar. Con esta secuencia se logra incrementar la capacidad de generación de electricidad (Figura 4).

La energía solar convertida por estos sistemas, pueden ser utilizada por distintos aparatos eléctricos como, calculadoras, relojes, computadores portátiles, cargadores de celulares e incluso autos. Tradicionalmente, los paneles solares han sido utilizados para proveer electricidad a lugares remotos donde el costo de proveer de electricidad desde una compañía de distribución eléctrica resulta demasiado caro.

Existen tres factores que determinan la capacidad de un panel solar para generar electricidad:

- El material con que estén fabricadas las placas.
- El tamaño del panel solar (superficie expuesta al sol).
- El nivel de insolación o intensidad de la luz del sol al que esté expuesto el panel solar.

Los dos primeros factores son manejables, ya que existen muchos tipos y modelos de paneles para elegir. El tercer factor, depende de la zona geográfica donde se quiera instalar el panel.

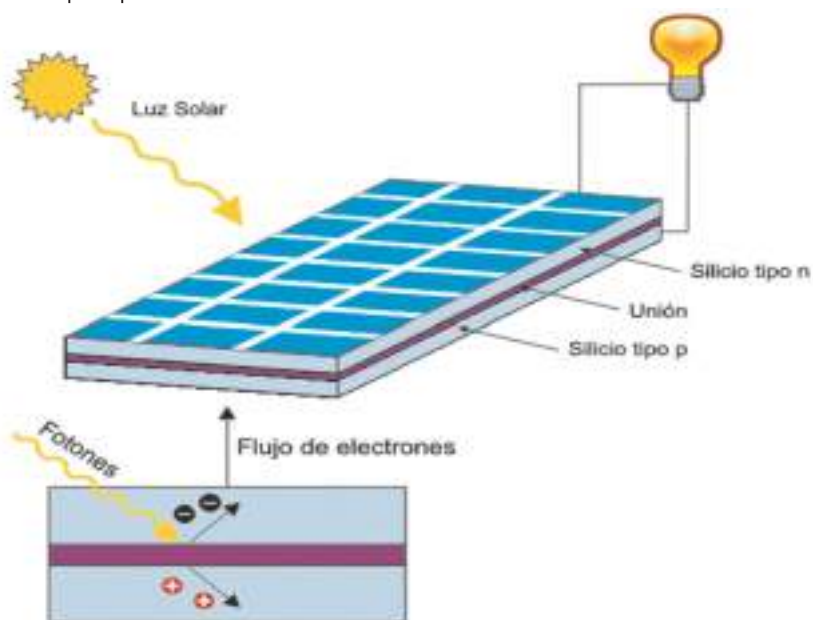


Figura 3. Estructura básica y funcionamiento de una celda fotovoltaica.

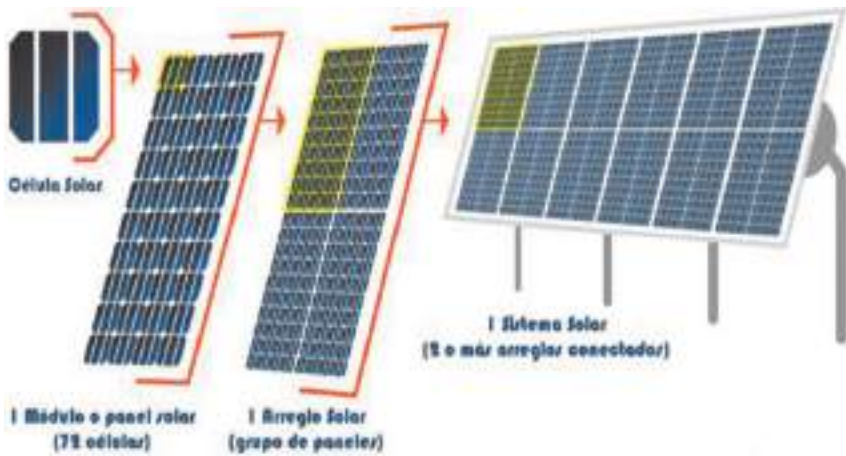


Figura 4. Secuencia en la formación de un sistema fotovoltaico solar para producir energía eléctrica a partir del sol.

Energía solar fotovoltaica en Chile

En un artículo publicado en la revista Environmental Science & Technology, del año 2011, un grupo de investigadores japoneses identificaron las áreas del mundo con mayor potencial para instalar sistemas de conversión fotovoltaicas mediante celdas cristalinas de silicio. Parte de los resultados se, resumen en la Figura 5.

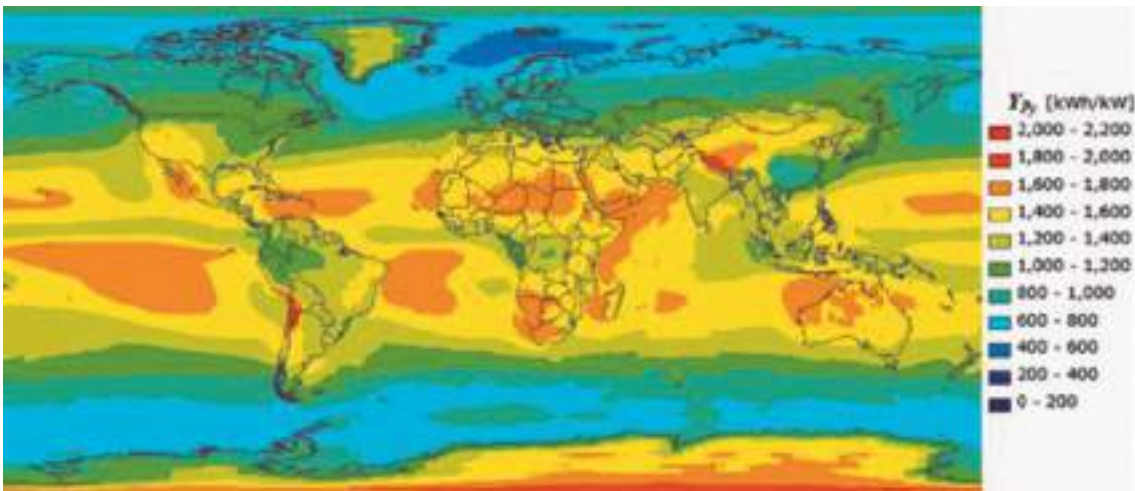


Figura 5. Mapa global de potencial de generación de energía fotovoltaica con celdas de silicio. (Fuente: Kotaro et al. 2011).

El mapa muestra claramente dos puntos a nivel mundial con máxima potencialidad. Uno está ubicado en los Himalayas y el otro, en el norte chileno. En este último caso, la mayor potencialidad de conversión fotovoltaica se encuentra en la cordillera de los andes hasta la región metropolitana. Esto se debe a que se combinan adecuadamente dos factores importantes: Alta radiación solar y bajas temperaturas. Esto último es importante, ya que los materiales semiconductores como el óxido de silicio, aumentan su capacidad conductora al dismi-

nuir la temperatura. El estudio mencionado sólo viene a confirmar el gran interés que en los últimos años ha despertado el norte chileno para instalar plantas solares fotovoltaicas. Así, son varios los proyectos que ya están aprobados y otros tantos en etapa de estudio. Uno de ellos se inauguró este año 2012 en Calama. Se trata de la primera planta fotovoltaica de sudamérica, denominada Calama Solar 3 perteneciente a Codelco, que junto a la empresa Solar Pack construyó la planta de 1 MW

que alimentará de energía solar a la faena de la cuprífera en Chuquicamata. Esta planta está compuesta por 4.080 paneles fotovoltaicos y ocupa un total de 6,25 hectáreas, teniendo una vida útil aproximada de 35 años (Figura 6). El año 2019 se inauguró uno de los más grande parques solares, el S4 Solar Chile, en un terreno de cerca de 350 hectáreas en las cuales se instalaron más de 300 mil paneles solares para generar energía limpia equivalente a 103 MW.



Figura 6. Planta Solar fotovoltaica “Calama Solar 3”. Fuente: Codelco.

Celdas solares fotoelectroquímicas. Una nueva generación de dispositivos solares

Si bien los paneles solares fotovoltaicos son considerados medios limpios para obtener energía, su manufactura requiere de importantes cantidades de energía, además de generar muchos residuos contaminantes, especialmente en la obtención del material fotoactivo, debido al alto grado de pureza y cristalinidad requerido de éste para optimizar la eficiencia de conversión.

Una nueva generación de dispositivos para convertir energía solar en energía eléctrica comenzó a estudiarse a partir de 1991, cuando el químico alemán Michael Grätzel, actual director del Laboratory of Photonics and Interfaces de la Ecole Polytechnique de Lausanne, junto a Brian O'Regan, publicaron en la revista Nature el desarrollo de un nuevo tipo de celdas a base de electrodos de

óxido de titanio (TiO_2). El TiO_2 es una sustancia inocua, utilizada ampliamente, por ejemplo, en pastas dentales, pinturas, bloqueadores solares, etc.

El electrodo se forma depositando una fina lámina de TiO_2 sobre un vidrio conductor mediante un método térmico, lo que produce una superficie altamente porosa. El inconveniente que presenta este electrodo de TiO_2 es que absorbe radiación solar en un estrecho rango, no aprovechándose gran parte de la radiación solar, especialmente en la zona visible. Este problema se soluciona impregnando el electrodo con una sustancia coloreada, de modo que ésta actúe como cromóforo. La Figura 7 compara la absorción de radiación solar del electrodo de TiO_2 solo versus impregnado con tinturas inorgánicas a base de rutenio. El contraelectrodo en la celda generalmente es un vidrio recubierto con platino. Entre ambos electrodos se agrega una solución electrolítica que hace el contacto eléctrico entre ellos.

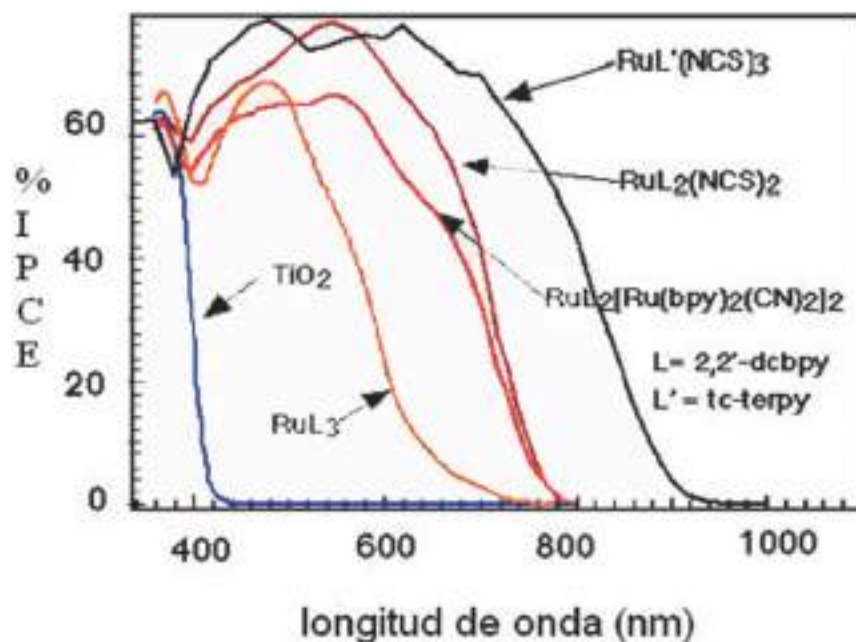


Figura 7. Absorción de radiación del un electrodo de TiO_2 sin y con tintura

Fuente Grätzel, et al. 2001.

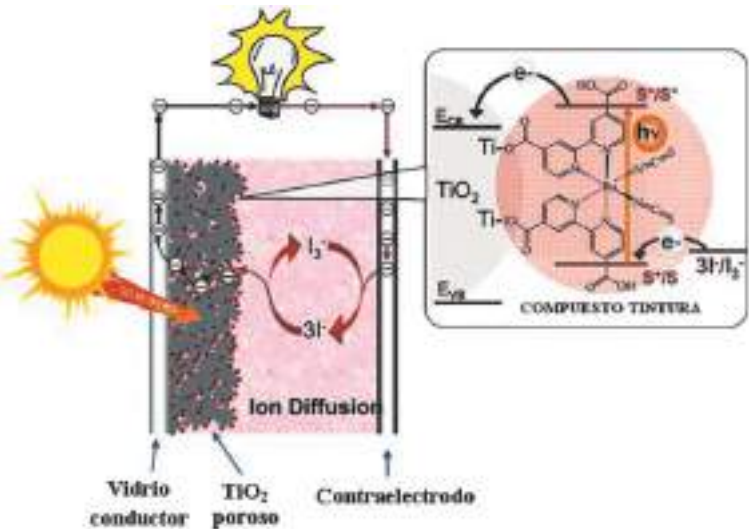


Figura 8. Esquema de una celda solar fotoelectroquímica Fuente Grätzel 2005.

La Figura 8 presenta la configuración básica de una celda fotoelectroquímica.

Cuando una molécula de tintura absorbe un fotón incidente, accede a un estado electrónico excitado, transfiriendo el electrón al TiO_2 , el cual actúa como semiconductor, conduciendo el electrón al vidrio conductor, y de ahí sigue el circuito, donde realiza trabajo eléctrico (por ejemplo encender una ampollita), llegando finalmente al contraelectrodo, donde es transferido al electrolito, cerrando así el circuito.

Además de la ventaja del coste y simpleza en la fabricación de estas celdas respecto a las fotovoltaicas, está el tamaño. Debido a que el electrodo de TiO_2 es poroso, las moléculas de tintura pueden impregnar una gran superficie, aumentando enormemente la posibilidad de captar radiación por unidad de área comparado a los electrodos planos de las

celdas fotovoltaicas a base de silicio, lo que permitiría fabricar celdas de menor tamaño y peso. Por otro lado, la desventaja es que las actuales celdas de este tipo no superan el 15% de eficiencia de conversión, estando por debajo de la eficiencia alcanzada por las fotovoltaicas.

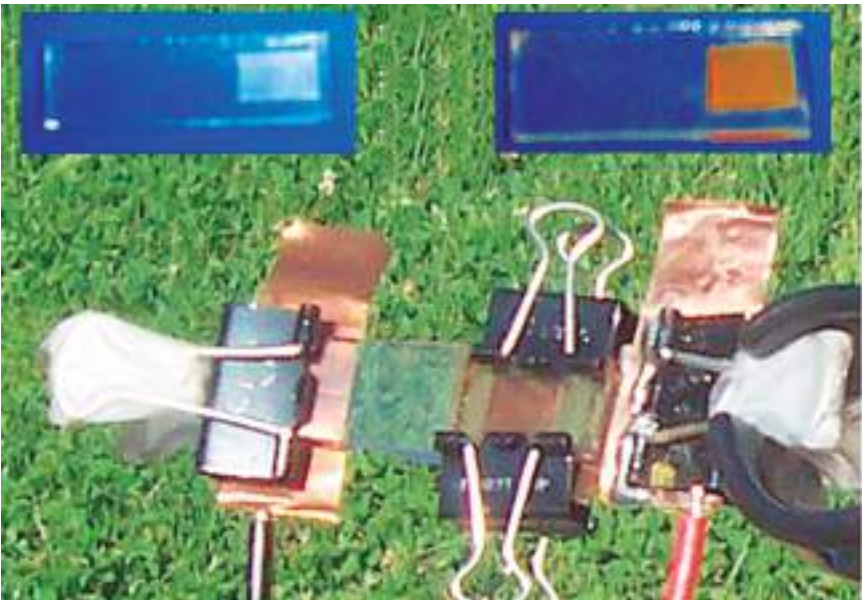


Figura 9. Electrodo de TiO_2 sin y con tintura, y celda de prueba desarrollada en la UCTemuco.

Un aporte desde la UCTemuco

Actualmente, a nivel mundial, muchos grupos de investigación trabajan para optimizar el funcionamiento de las celdas fotoelectroquímicas.

En al UCTemuco, en conjunto con investigadores de las Universidades Católica de Chile, de Chile, de La Serena y con apoyo de varios proyectos Fondecyt, llevamos más de 25 años trabajando para aportar al conocimiento de este tipo de celdas, de modo de optimizar parámetros como tipo de tintura, tipo de electrolito, porosidad del TiO_2 . En particular, en la UCTemuco se ha trabajado en la síntesis de compuestos químicos a base de rutenio, renio e iridio, los cuales absorben radiación solar en la zona visible y por lo tanto, son útiles como tintura. La Figura 9 muestra un electrodo

de TiO_2 (zona blanca), y el mismo impregnado con una compuestos-tintura (zona anaranjada), y una celda creada con éste compuestos en el laboratorio de Bioinorgánica del Departamento de Ciencias Biológicas y Químicas. Aunque rústica, la celda de prueba generó un potencial de 0,5 voltios con una superficie expuesta al sol inferior a 1 cm^2 , lo cual es un resultado más que satisfactorio.

A la fecha se han sintetizado y estudiado muchos compuestos-tintura, obteniéndose resultados muy prometedores con alguno de ellos. Además se ha apoyado el trabajo experimental mediante estudio teórico mecano-cuántico, haciendo uso de software especializados. Esto último permite caracterizar de mejor forma las moléculas, especialmente en cuanto a su distribución electrónica y posibilidad de transferir

electrones al interaccionar con la luz solar cuando forman parte de una celda. La Figura 10 muestra la estructura del compuestos tintura utilizado en la celda de la Figura 9, además de un diagrama de densidad electrónica de la molécula (conocido con diagrama de orbitales moleculares), obtenido mediante el estudio teórico. En el diagrama, la parte denotada con colores azules y rojos corresponde a la zona de la molécula con mayor capacidad de recibir electrones. En este caso, esta zona está justamente sobre la parte de la molécula que se une al electrodo de TiO_2 , por lo que la inyección de electrones fotoexcitados al electrodo se favorece, lo que explica los relativamente buenos resultados obtenidos con este compuesto en la celda. Estos y otros resultados han sido publicados en revistas especializadas en el área de la química inorgánica.

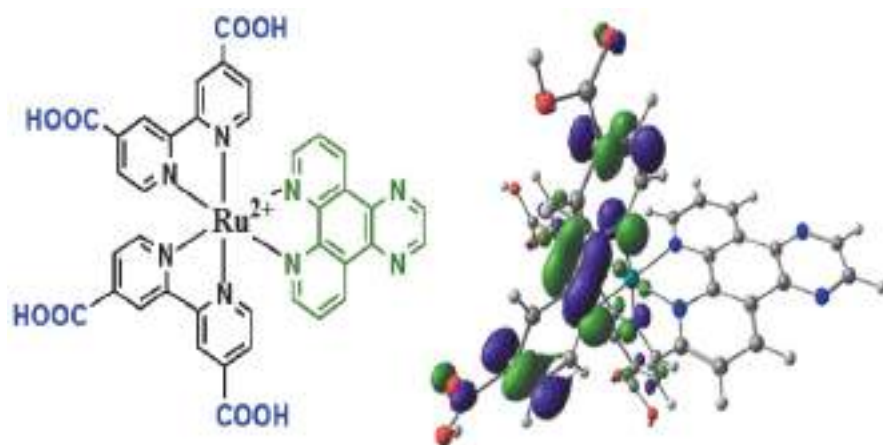


Figura 10. Estructura y diagrama de orbitales moleculares de un compuesto-tintura a base de rutenio (II)

PARA SABER MÁS

- O'REGAN B & M GRAETZEL (1991) A low-cost, high-efficiency solar cell based on dye-sensitized colloidal TiO_2 films. *Nature* 353: 737 -340.
- DÍAZ R, A FRANCOIS, M BARREIRA & B LOEB (2012) Synthesis, characterization and theoretical studies of ruthenium (II) complexes with the quinone functionalized polypyridine ligand, Nqphen. *Polyhedron* 39: 59-65.
- FRANCOIS A, R DÍAZ, A RAMÍREZ, B LOEB, M BARRERA & I CRIVELLI (2013) Evaluation of the potential effectiveness of Ruthenium (II) complexes with 5,6-disubstituted pyrazino[2,3-f][1,10]-phenanthroline anchors, R_2 -ppl ($\text{R} = \text{CN}, \text{COOH}, \text{COOEt}, \text{OH}$) as sensitizers for solar cells. *Polyhedron* (52 (2013) 62-71).
- DÍAZ R, A FRANCOIS & B LOEB (2011) Synthesis and characterization of rhenium (I) complexes with the polypyridinic quinone functionalized electronacceptor ligand [3,2-a:2',3'-c]-benzo[3,4]-phenazine-11,16-quinone, Nqphen. *Polyhedron* 30: 697-719.
- SANHUEZA L, D CORTÉS-ARRIAGADA, R DÍAZ, et al. (2020) Effect on the aromaticity of heterocyclic ligands by coordination with ruthenium electron-withdrawing metal centers. *International Journal of Quantum Chemistry* e26412.



ECOLOGÍA URBANA

UN ENFOQUE VITAL Y RARAMENTE USADO

La ecología urbana es una ciencia que integra las ciencias naturales y las ciencias sociales, para investigar los ecosistemas de las ciudades y proponer estrategias que mejoren nuestra calidad de vida.

Por Andrés Muñoz-Pedrerros¹

Urbanización y ciudades

La urbanización puede ser entendido como la transformación del suelo en sistemas urbanos, definidos no sólo por el área de las ciudades, sino que incluyendo sus áreas externas y que proveen energía, materiales, y además absorben sus desechos. Existen muchos impactos causados por esta transformación de suelos de cultivos en ciudades, y es

uno de los mayores impactos ambientales globales de origen humano. La población urbana a nivel mundial se estima que aumentará, entre el 2000 y 2030, un 72%, especialmente en los países en desarrollo, aunque más lentamente en América Latina y el Caribe.

Impacto ambientales negativos

Uno de estos impactos negativos de la urbanización es la pérdida de la diversidad de especies de flora y fauna, la excesiva impermeabilización de los suelos, impidiendo la recarga de acuíferos y cambios drásticos en los ciclos

biogeoquímicos, por ejemplo las 20 mayores ciudades de los EE.UU. emiten más CO₂ en la atmósfera de lo que puede hacerlo la superficie continental de ese país. Los sistemas urbanos contienen poca superficie de fragmentos de vegetación original e incluso de áreas verdes artificiales, generándose una drástica modificación de las comunidades faunísticas con una disminución de la abundancia y diversidad.

La ciudad como ecosistema

Los ecosistemas urbanos comprenden no solo núcleos urbanos, sino las zonas

¹ Médico veterinario, magister en ecología, doctor en ciencias ambientales. Profesor de fauna silvestre y manejo de fauna en el Departamento de Ciencias Ambientales de la Universidad Católica de Temuco.

suburbanas, aldeas poco pobladas y que se conectan a las áreas pobladas, con más densidad de habitantes, y urbanizadas. Los límites de los ecosistemas urbanos, en general, están establecidos por cuencas hidrográficas o unidades administrativas. De este modo, los límites de los ecosistemas urbanos se establecen de la misma manera, y por las mismas razones, que los límites de cualquier otro ecosistema. En el caso de los ecosistemas urbanos, está claro que muchos flujos e interacciones se extienden mucho más allá de sus límites definidos por razones políticas, de investigación o biofísicas.

Lo natural y lo artificial interactúan en el espacio urbanizado. Aunque la ciudad es parcialmente artificial, su entorno es usualmente parcialmente natural. Así que entre la ciudad y su entorno es donde ocurre la interacción más profunda y ambos constituyen el ecosistema urbano. La ciudad puede ser entendida como un triángulo: población, actividad, territorio en interrelación permanente (Figura 1), pero con muestras de mayor vulnerabilidad en el territorio, ya que la población y sus actividades tienden a desequilibrar ese lado del triángulo. Por eso es imprescindible un enfoque ecológico para evitar ese desequilibrio.



Figura 1. La ciudad como un triángulo en interacción (tomado de Amaya 2005).



Mezcla de lo natural y lo artificial en una zona periurbana de la ciudad de Villarrica.

Por otro lado las ciudades pueden ser consideradas como ecosistemas heterotróficos, disipativos, que se organizan aumentando la entropía alrededor del planeta. A diferencia de los ecosistemas autotróficos, esencialmente estructurados por cadenas alimentarias compuestas por organismos fotosintéticos, que hacen la conversión de energía solar en energía química, que a su vez alimentan grupos de organismos heterótrofos; los ecosistemas heterotróficos dependen de áreas externas a ellos para la obtención de energía, alimentos, y otros materiales, y para la disposición de los desechos y contaminantes.

Las ciudades logran mantener su organización al expulsar entropía (desorden de la materia), a diferencia de los ecosistemas que lo hacen a través de la respiración; en los ecosistemas urbanos el desorden (desechos) se deposita en sus ambientes

de salida, un grado de coherencia interna, pero aumentándose la entropía externa a la ciudad. Aunque la eliminación de la entropía no es posible, su reducción es un objetivo importante de la planificación urbana.

Los ecosistemas urbanos se ven afectados por diversos factores como: (a) el clima predominante, (b) el sustrato sobre el que se asienta la ciudad, (c) los organismos residentes (plantas, animales, microorganismos, y humanos), (d) la elevación y la pendiente, y (e) el tiempo durante el cual se ha desarrollado la ciudad, que constituye la historia del sistema. Esto determina las líneas de investigación que se deben abordar en la ecología urbana como el clima urbano, la hidrología urbana, los suelos urbanos, la biodiversidad urbana, las redes tróficas urbanas, la biogeoquímica de los sistemas urbanos y el rol de los humanos.

Enfoques de la ecología urbana

La ecología urbana es enfocada desde dos ángulos. Uno es abordado desde una perspectiva científica, y la otra desde la planificación urbana. En ciencia, la ecología urbana se ha usado tradicionalmente para estudios de la distribución y abundancia de organismos en las ciudades y sus alrededores, así como en los balances biogeoquímicos de las zonas urbanas. En planificación, la ecología urbana se ha focalizado en el diseño de los servicios ambientales de las ciudades para las personas, y en reducir los impactos ambientales de las regiones urbanas. Pero estos enfoques son complementarios, los ecólogos, botánicos y zoólogos registran, estructuran y explican cómo los sistemas naturales, pese a todo, subsisten dentro de una ciudad, y la planificación aporta la normativa y contribuye con el diseño urbano sustentable.

No deja de sorprender la presencia y vitalidad de plantas y animales en las ciudades, lo que ha motivado fuertemente el interés por la comprensión de la ecología urbana, incluso no solo considerando las áreas verdes, sino que todos los complejos urbanos como sistemas ecológicos heterogéneos.

Ecología urbana

La ecología urbana es una ciencia integradora que tiene sus fuentes en la ecología, y se enfoca en los ecosistemas urbanos. La ecología urbana es una ciencia reciente que integra las teorías y metodologías de las ciencias naturales y sociales para investigar estándares y procesos de los sistemas ecológicos urbanos. También se puede definir como un campo interdisciplinario, incluso transdisciplinario, en el cual la integración entre

ecología y ciencias sociales resulta en una de las más activas intersecciones entre procesos biofísicos y sociales. Pero esta disciplina no ha avanzado a la velocidad que se necesita, ya que rara vez es incorporada como criterio en la planificación urbana, territorial y económica. Paradojalmente el diseño de ambientes urbanos, ambientalmente más eficaces, es una gran demanda de planificadores y ciudadanos. El ecosistema urbano debe ser abordado, como todos los ecosistemas, con el estudio de sus componentes, su estructura y su función.

Pero las áreas para intervenir, desde la perspectiva de la ecología urbana, no son solo los parques, las plazas y los bandejones centrales de las avenidas, también lo son los jardines y los patios de las casas, así como los terrenos baldíos. En jardines se pueden promover arreglos vegetacionales con especies nativas que no solo serán de alto valor paisajístico, sino que mejorarán la biodiversidad. En Brasil se cuantificó la riqueza de especies vegetales de patios y fueron comparables con ecosistemas naturales cercanos, incluso algunas especies cultivadas en los patios están clasificadas como amenazadas de extinción, lo que demuestra el potencial de esos espacios para la conservación *ex-situ* de la biodiversidad. Aunque los patios sean pequeños, sumados alcanzan dimensiones contundentes. En la ciudad de Dayton, EE.UU., por ejemplo, el 19,5% de su área está ocupada por patios y en general el área de patios de una ciudad es mayor que el ocupado por plazas y parques. Aunque no está calculada la superficie de patios y jardines debieran ser también relevantes en la ciudad de Temuco.



Áreas urbanas de la ciudad de Valdivia, donde predomina la vegetación no nativa.

Vista de la ciudad de Temuco, donde destaca el Monumento Natural Cerro Ñielol, una plaza arbolada y un bandejón central de una avenida.



Beneficios de la ecología urbana

Una ciudad que considere en su planificación la ecología urbana, contribuirá de muchos modos a mejorar la calidad de vida de sus habitantes, al mismo tiempo que contribuirá con la gobernanza óptima de la naturaleza, al restaurar los ecosistémicos con el incremento de áreas verdes, mejorar el hábitat para la fauna nativa, contribuirá a la regulación climática, y la absorción de carbono, así como mejorará la calidad del paisaje visual. Esto es especialmente importante cuando las ciudades se emplazan en ambientes de alta relevancia ambiental como humedales (e.g. lagos, lagunas, ríos, estuarios) y bosques nativos. Por lo tanto las ciudades pueden ser una palanca para la conservación biológica con una importancia tan grande como las áreas silvestres protegidas.

Ciudades y áreas verdes

Las ciudades tienen ambientes con proporciones de áreas verdes bajas, resultantes de la fragmentación o completa eliminación de los hábitats naturales, generando una drástica modificación de las comunidades biológicas y una disminución de la riqueza específica, en su mayoría con efectos negativos. Las áreas verdes constituyen espacios urbanos utilizados por algunas especies de la fauna original, contribuyendo al funcionamiento de estos ecosistemas artificiales a largo plazo, a la vez que ayudan a la conservación de cierta representación de la diversidad original, mejorando la calidad de vida de sus habitantes. Las áreas verdes incluyendo los fragmentos originales, pueden contribuir a la conservación de la diversidad autóctona (e.g., flora y fauna), mejorando el funcionamiento de estos sistemas artificiales como ha sido demostrado en diversos lugares como en Singapur, en jardines de Hamilton en Nueva Zelandia, en Sydney, Australia, en tres ciudades suizas, en Hong Kong, en Palmas, Brazil, en Santiago de Chile y en Temuco, Chile.

Muchos son los beneficios proporcionados por la flora urbana, principalmente por especies arbóreo-arbustivas que mitigan el calor, sus hojas adsorben contaminantes atmosféricos y fijan CO₂. Las personas están menos expuestas a la radiación ultravioleta en áreas urbanas de vegetación leñosa abundante. También se pueden mencionar la protección del suelo y de cuerpos de agua urbanos. Además sirven como hábitats significativos a la diversidad biológica. Los ecosistemas urbanos con áreas verdes más extensas, y con vegetación nativa son más resilientes, atraen más diversidad biológica y presentan una mayor provisión de servicios ecosistémicos.

En síntesis los objetivos para las áreas verdes son: (a) proporcionar servicios ecosistémicos (e.g., captura de carbono, provisión de oxígeno, hábitat de vida silvestre) y mejoras microclimáticas; (b) proporcionar servicios sociales–recreativos, fundamentales para la convivencia social, el desarrollo cultural y de educación; que influye en la salud física y psicológica de los ciudadanos; y (d) proporcionar beneficios económicos, por ejemplo la depuración del aire por la vegetación reduce los costos de la mitigación de la contaminación, el incremento del valor paisajístico y recreativos aumentan el valor de las propiedades aledañas, e incentivan el turismo y, por lo tanto, la generación de empleos e ingresos.

Consideraciones finales

La biología de la conservación ha dividido el mundo en hábitats prístinos (sin intervención humana) y degradados. Y la realidad no es así, lo que existe es una gradiente desde ecosistemas prístinos, pasando por ecosistemas alterados, agroecosistemas, sistemas periurbanos y finalmente ecosistemas urbanos. Esa es nuestra realidad en todo el sur de Chile, y en especial en la región de La Araucanía. Por lo tanto hace falta un cambio de mentalidad: la atención, los recursos y la investigación de la biología de la conservación debe también enfocarse en los hábitats donde viven los seres humanos

(ecosistemas urbanos), y producir conocimiento sobre cómo diseñar, planificar, manejar y gestionar las ciudades. El conocimiento actual simplifica el análisis de las estructuras urbanas y no reconoce el complejo patrón de sus interacciones y los procesos ecológicos generados en sus múltiples escalas. Es necesario enfocar la investigación con estudios de largo plazo que consideren la oferta/ uso de recursos del hábitat, preferencia o evasión de ambientes y el efecto gradiente urbano-rural. Por otro lado, se deben estandarizar los métodos de estudio para que sean comparables. Finalmente se requieren estudios de la conexión paisajística rural-suburbano-urbano considerando la presencia de corredores verdes regionales y áreas verdes de importancia vegetal que ofrezcan hábitat real o potencial para la fauna.

Las investigaciones en muchas ciudades del mundo han demostrado que la función ecológica aún persiste. Esto contradice los supuestos tradicionalmente hechos en muchas disciplinas de las ciencias sociales, la geografía y la economía. Por ejemplo una alta retención de nutrientes limitantes como el nitrógeno y la capacidad de contribuir al secuestro de carbono, así como la riqueza y abundancia de plantas y animales nativos, son ejemplos de funciones ecológicas persistentes en las ciudades.

Se debe explotar el funcionamiento ecológico urbano para

procesar los desechos, ralentizar el flujo de agua, mitigar el clima y promover la salud, y el bienestar humano, así se puede mejorar la calidad de vida en las ciudades. El ahorro económico puede resultar de la explotación del funcionamiento ecológico que ocurre o puede tener lugar en los complejos urbanos. Por otro lado las estructuras y funciones ecológicas retenidas o restauradas en las ciudades proporcionan una conexión de los humanos con la naturaleza.

PARA SABER MÁS

AMAYA CA (2005) El ecosistema urbano: simbiosis espacial entre lo natural y lo artificial. *Revista forestal latinoamericana* (37): 1-17.

ANGEOLETTO F, C ESSY, JP RUIZ, F FONSECA DA SILVA, R MASSULO, S MACIEL, W JEATER (2015) Ecología Urbana: la Ciencia Interdisciplinaria del Planeta Ciudad *Desenvolvimento em Questão* 13(32): 6-20.

CHIESURA A (2004) The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning* 68(1): 129-138.

TERRADAS J (2001) Ecología Urbana. Editorial Rubes. Barcelona, España.

SALVADOR P (2003) La planificación verde en las ciudades. Gustavo Gilli, Barcelona.

ÁRBOLES DE LAS PLAZAS DE TEMUCO

Actualmente existe una diversidad arbórea de 50 especies en las plazas de la ciudad, donde sólo ocho de éstas son nativas de nuestro país

Por Mario Romero Mieres¹

Los árboles y los espacios verdes cumplen en una ciudad variadas funciones y beneficios: contribuyen al atractivo estético de las ciudades, ayudando a mantener la salud psíquica de sus habitantes; influyen en el microclima, mejorando la calidad del aire y moderando la contaminación acústica; ayudan a mantener frescas las ciudades y protegen y elevan la calidad de los recursos suelo, agua, vegetación y fauna; y además proveen de beneficios económicos en lo que respecta al valor patrimonial.

¹ Ingeniero Forestal. Doctor en Ciencias Forestales, Profesor Asistente Departamento de Ciencias Ambientales.



Figura 1. Tulíperos de Virginia en plaza Aníbal Pinto.



Figura 2. Arces en la plaza Teodoro Schmidt.



Figura 3. Tilos en la plaza Dagoberto Godoy.

El patrimonio natural de una ciudad se enriquece día a día con la incorporación de especies de todo el planeta, permitiendo conocer y estudiar especies vegetales de otras latitudes en un área geográfica reducida. Sin embargo, y aún cuando muchas especies pueden establecerse en un lugar por la afinidad climática con su lugar de origen, resulta a veces complejo lograr su determinación, debido a la plasticidad fenotípica que pueden desarrollar en el nuevo lugar o bien por los diversos métodos culturales aplicados por viveristas o paisajistas, aumentando de esta forma variedades y cultivares de difícil identificación.

La sola presencia de los árboles en una ciudad los sitúa como elementos indispensables para el ornamento urbano. Para una adecuada administración de áreas verdes y del arbolado público, es necesario tener registros actualizados sobre las especies arbóreas que existen en la ciudad, siendo los inventarios o censos florísticos muy útiles para tal fin.

Temuco, capital de la Región de La Araucanía, fue fundada el 24 de febrero de 1881 en un entorno privilegiado, rodeada por el río Cautín y el Cerro Ñielol, hoy Monumento Natural. Fue delineada por el ingeniero alemán Teodoro Schmidt Weichsel y actualmente posee cinco plazas principales: Aníbal Pinto (Figura 1), Manuel Recabarren, Teodoro Schmidt (Figura 2), Dreves y Dagoberto Godoy (Figura 3).

Los primeros registros de los árboles de las plazas de Temuco fueron obtenidos entre los años 1987 y 1989 por el Profesor Enrique Hauenstein y colaboradores, informando en aquella época que las especies introducidas eran las predominantes, situación que no ha variado después de 30 años.

Actualmente es posible apreciar una diversidad arbórea de 50 especies (Tabla 1), donde sólo ocho especies son nativas de nuestro país: *Araucaria araucana* "Araucaria", *Luma apiculata* "Arrayán", *Aristotelia chilensis* "Maqui", *Embothrium coccineum* "Notro" (Figura 4), *Jubaea chilensis* "Palma Chilena" (Figura 5), *Maytenus boaria* "Maitén" (Figura 6), *Nothofagus obliqua* "Roble" y *Sophora cassioides* "Pilo-Pilo" (Figura 7).

En la plaza Aníbal Pinto, ubicada entre las calles Arturo Prat, Antonio Varas, Manuel Bulnes y Claro Solar es posible apreciar 14 especies arbóreas, con tan solo tres nativas. La especie con mayor cantidad de ejemplares es *Liriodendron tulipifera* "Tulípero de Virginia", que representa alrededor del 56% de la estructura arbórea del lugar. Sin embargo, en el centro de la plaza destacan cuatro ejemplares de *Jubaea chilensis* "Palma Chilena", especie endémica de Chile.

En la plaza Teodoro Schmidt, ubicada entre las calles Lautaro, Arturo Prat, Manuel Rodríguez y Vicuña Mackenna, se distinguen 25 especies, de las



Figura 4. *Embothrium coccineum* notro.



Figura 5. *Jubaea chilensis* palma chilena.

cuales tres son nativas. Tres son las especies de mayor presencia en esta plaza, las cuales corresponden a *Quercus robur* "Encino", *Acer pseudoplatanus* "Arce" y *Fraxinus excelsior* "Fresno Europeo", las que representan alrededor del 57% de la estructura arbórea del lugar.

En la plaza Manuel Recabarren existen tres especies, de las cuales dos son nativas de nuestro país: *Aristotelia chilensis* "Maqui" y *Araucaria araucana* "Araucaria o Pehuén". Esta plaza está ubicada entre las calles Arturo Prat, B. O'Higgins, Vicuña Mackenna y San Martín. La especie con mayor presencia en ella es el *Aesculus hippocastanum* "Castaño de Indias", que representa el 81% de la estructura arbórea.

En la plaza Dagoberto Godoy es posible observar 11 especies, todas ellas introducidas. Ésta se encuentra ubicada entre las calles M. Blanco, D. Portales, Gral. Carrera y M. Montt. Las tres especies de mayor presencia en la plaza corresponden a *Tilia platyphyllos* "Tilo de Hojas Grandes", *Fraxinus excelsior* "Fresno Europeo" y *Styphnolobyum japonicum* "Sófora", las que representan alrededor del 63% de la estructura arbórea del lugar.

Finalmente, en la plaza Dreves se registran 19 especies, con sólo tres especies nativas. Esta plaza se encuentra ubicada entre las calles León Gallo, San Guillermo, Av. B. O'Higgins



Figura 6. *Maytenus boaria* maitén.



Figura 7. *Sophora cassioides* pilo-pilo.

y San Ernesto. Las especies con mayor presencia en la plaza corresponden a *Nothofagus obliqua* "Roble", *Ulmus americana* "Olmo Americano" y *Betula pendula* "Abedul", las que representan alrededor del 50% de la estructura arbórea del lugar.

La presencia de la especie nativa *Maytenus boaria* "Maitén"

y *Embothrium coccineum* "Notro" confirman lo indicado por varios autores que las señalan como aptas para el ornato de las ciudades, debido a que el Maitén tiene hojas permanentes durante todo el año, sus ramas son péndulas y es capaz de adaptarse a diferentes ambientes, mientras que el notro es una especie rústica, de rápido crecimiento y con una

N°	Nombre científico	Nombre común	Origen	Plaza
1	<i>Abies alba</i>	Abeto	Introducida	Dreves, Teodoro Schmidt
2	<i>Acacia melanoxylon</i>	Aromo australiano	Introducida	Dagoberto Godoy
3	<i>Acer japonicum</i>	Arce japonés	Introducida	Anibal Pinto, Teodoro Schmidt
4	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Arce	Introducida	Dagoberto Godoy, Teodoro Schmidt
5	<i>Aesculus hippocastanum</i>	Castaño de Indias	Introducida	Dreves, Manuel Recabarren
6	<i>Araucaria araucana</i>	Araucaria	Nativa	Manuel Recabarren, Anibal Pinto
7	<i>Aristotelia chilensis</i>	Maqui	Nativa	Dreves, Recabarren
8	<i>Betula pendula</i>	Abedul	Introducida	Dreves
9	<i>C. lawsoniana</i> var. <i>ellwoodii</i>	Pinito azul	Introducida	Teodoro Schmidt
10	<i>C. lawsoniana</i> var. <i>lawsoniana</i>	Ciprés de Lawson	Introducida	Anibal Pinto
11	<i>Camellia japonica</i>	Camelia	Introducida	Anibal Pinto
12	<i>Cedrus atlantica</i>	Cedro	Introducida	Teodoro Schmidt
13	<i>Cordyline australis</i>	Dracena	Introducida	Dagoberto Godoy, Teodoro Schmidt
14	<i>Cornus capitata</i>	Cornejo	Introducida	Dreves, Teodoro Schmidt
15	<i>Cryptomeria japonica</i>	Cedro Japonés	Introducida	Teodoro Schmidt
16	<i>Cupressus</i> sp.	Ciprés	Introducida	Dreves
17	<i>Diospyros kaky</i>	Caqui	Introducida	Anibal Pinto
18	<i>Embothrium coccineum</i>	Notro	Nativa	Anibal Pinto
19	<i>Fraxinus excelsior</i>	Fresno	Introducida	D. Godoy, Teodoro Schmidt, Dreves
20	<i>Fraxinus ornus</i>	Fresno	Introducida	Dreves, Dagoberto Godoy
21	<i>Ilex aquifolium</i>	Acebo	Introducida	Teodoro Schmidt
22	<i>Jubaea chilensis</i>	Palma Chilena	Nativa	Anibal Pinto
23	<i>Junglans nigra</i>	Nogal negro	Introducida	Dagoberto Godoy
24	<i>Laburnum anagyroides</i>	Lluvia de oro	Introducida	Teodoro Schmidt
25	<i>Liriodendron tulipifera</i>	Tulípero de Virginia	Introducida	Anibal Pinto
26	<i>Luma apiculata</i>	Arrayán	Nativa	Teodoro Schmidt
27	<i>Magnolia grandiflora</i>	Magnolio	Introducida	Dagoberto Godoy
28	<i>Magnolia stellata</i>	Magnolio	Introducida	Anibal Pinto
29	<i>Maytenus boaria</i>	Maitén	Nativa	Dreves, Teodoro Schmidt
30	<i>Morus alba</i>	Morera	Introducida	Dreves
31	<i>Nothofagus obliqua</i>	Roble	Nativa	Dreves
32	<i>Phoenix canariensis</i>	Palma de Las Canarias	Introducida	D. Godoy, Anibal Pinto, T. Schmidt
33	<i>Picea</i> sp.	Picea	Introducida	Teodoro Schmidt
34	<i>Pittosporum tobira</i>	Pitosporo	Introducida	Teodoro Schmidt
35	<i>Prunus salicina</i>	Albaricoque	Introducida	Dreves
36	<i>Prunus cerasifera</i>	Ciruelo de flor	Introducida	Dreves
37	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Pino Oregón	Introducida	Dreves
38	<i>Quercus robur</i>	Encino	Introducida	Dagoberto Godoy, Teodoro Schmidt
39	<i>Rhododendron</i> sp.	Rhododendron	Introducida	Anibal Pinto, Teodoro Schmidt
40	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Falsa Acacia	Introducida	Dreves
41	<i>Sequoiadendron giganteum</i>	Secoya Gigante	Introducida	Dreves
42	<i>Sophora cassioides</i>	Pilo-Pilo	Nativa	Teodoro Schmidt
43	<i>Styphnolobium japonicum</i>	Sófora	Introducida	Dagoberto Godoy
44	<i>Tamarix</i> sp.	Tamarisco	Introducida	Anibal Pinto
45	<i>Taxus baccata</i>	Tejo	Introducida	Dreves, Anibal Pinto, Teodoro Schmidt
46	<i>Thuja orientalis</i>	Tuya	Introducida	Teodoro Schmidt
47	<i>Thuja plicata</i>	Tuya	Introducida	Teodoro Schmidt, Dreves
48	<i>Tilia platyphyllos</i>	Tilo de Hojas Grandes	Introducida	D. Godoy, Anibal Pinto, T. Schmidt
49	<i>Ulmus americana</i>	Olmo Americano	Introducida	Teodoro Schmidt, Dreves
50	<i>Ulmus glabra</i> fma. <i>pendula</i>	Olmo Péndulo	Introducida	Teodoro Schmidt, Dreves

Tabla1. Lista de las especies arbóreas presentes en las plazas de Temuco.

abundante y colorida floración, condiciones deseables para una ciudad. De igual forma, las especies exóticas *Betula pendula* "Abedul", *Prunus cerasifera* "Ciruelo de Flor" y *Robinia pseudoacacia* "Falsa Acacia" también son frecuentes de observar en el ornato de las ciudades, principalmente las dos últimas, debido a su abundante floración, diversidad de colores en sus hojas y «resistentes» a la poda urbana. Sin embargo, se ha reportado que el Abedul es una especie altamente alergénica, de tal forma que se recomienda no seguir plantando esta especie en lugares públicos.

Finalmente es importante destacar la presencia como árboles ornamentales de especies nativas amenazadas en sus hábitat naturales: *Araucaria araucana* (vulnerable) y *Jubaea chilensis* (vulnerable). De igual forma, importante es mencionar que recientemente fue plantado en la plaza Anibal Pinto de Temuco el árbol que le dio el nombre a la ciudad: El "Temu" (*Blepharocalyx cruckshanksii*).

PARA SABER MÁS

HAUENSTEIN E & L LEIVA (1987) Los árboles y arbustos de las plazas de Temuco I. Plaza Aníbal Pinto. Sociedad Amigos del Árbol. El Árbol Nuestro Amigo 3(3): 18-20.

HAUENSTEIN E, L LEIVA & M GONZÁLEZ (1988) Los árboles y arbustos de las plazas de Temuco II. Plaza Manuel Recabarren y Plaza Teodoro Schmidt. Sociedad Amigos del Árbol. El Árbol Nuestro Amigo 4(1): 43-46.

HAUENSTEIN E, L LEIVA & M GONZÁLEZ (1989) Los árboles y arbustos de las plazas de Temuco III. Plaza Dagoberto Godoy y Plaza Dreves. Sociedad Amigos del Árbol. El Árbol Nuestro Amigo 5(1): 49-53.

HOFFMANN A (1998) El árbol urbano en Chile. Tercera edición. Ediciones Fundación Claudio Gay, Santiago, Chile. 255 p.

ROMERO-MIERES M, S REBOLLEDO & P JARAMILLO (2009) Árboles ornamentales de la ciudad de Temuco, Región de la Araucanía (IX), Chile. Chloris Chilensis, Año 12 N°1. URL: <http://www.chloris-chile.cl>

AVES DE LA CIUDAD

EN PLAZAS Y PARQUES DE TEMUCO

Las plazas y parques urbanos pueden contribuir a la conservación de la diversidad de aves, mejorando el funcionamiento de estos sistemas artificiales a largo plazo

Por Andrés Muñoz-Pedrer¹, Marilyn González-Urrutia², Heraldo V. Norambuena³ & Francisco Encina-Montoya⁴

Las ciudades

La urbanización es una tendencia demográfica dominante y una componente importante de la transformación global de la tierra, con graves consecuencias sociales, económicas,

culturales y ambientales. Ya ha quedado establecido que la urbanización acelerada es una amenaza para la conservación de la biodiversidad con alteraciones en los sistemas ecológicos y un mal funcionamiento de los sistemas urbanos tal como están diseñados. Peor aún, las ciudades tienen poca superficie con vegetación original e incluso de áreas verdes artificiales, alterando la fauna con disminución de la abundancia y la diversidad original. Sin embargo, la fauna silvestre puede contribuir a la provisión de servicios ecosistémicos en áreas urbanas, y algunas investigaciones recientes han

demostrado cómo las interacciones con la vida silvestre pueden proporcionar una serie de beneficios para la salud y el bienestar de los ciudadanos urbanos.

¹ Médico veterinario, magister en ecología, doctor en ciencias ambientales. Profesor de fauna silvestre y manejo de fauna en el Departamento de Ciencias Ambientales de la Universidad Católica de Temuco.

² Bióloga en gestión de recursos naturales, magister en recursos naturales, miembro del Centro de Estudios Agrarios y Ambientales CEA. ³ Biólogo en gestión de recursos naturales, doctor en sistemática y biodiversidad, director ejecutivo del Centro de Estudios Agrarios y Ambientales CEA. ⁴ Biólogo marino, doctor en ciencias ambientales. Director del Núcleo de Estudios Ambientales NEA www.neauct.cl



Plaza Anibal Pinto, Temuco ca. 1915.

El paisaje original

En el sur de Chile entre el río Biobío y Puerto Montt durante el siglo XVI, en la depresión intermedia, donde está asentada Temuco, la selva no era tan densa, alternándose bosques en quebradas y cerros, y tierras despejadas en los llanos, donde los indígenas practicaban distintas formas de agricultura. Después de la ocupación española la fragmentación de la vegetación nativa se incrementó por la expansión de la frontera agrícola a partir de la segunda parte del siglo XIX, estructurándose un paisaje de tierras de cultivo que incluyen pocos fragmentos aislados de bosque nativo. Temuco durante todo siglo XX ha tenido una fuerte expansión la que aún ocurre especialmente considerando el crecimiento inmobiliario.



especies nativas (82%) y constituye la excepción, por el contrario el parque Los Pinos tiene solo una especie, y es exótica, el pino insigne.



Plazas y parques de Temuco

Estudiamos las aves diurnas presentes en cinco plazas (Dagoberto Godoy, Manuel Recabarren, Aníbal Pinto, Dreves y Teodoro Schmidt) y tres parques urbanos (Germán Becker, Los Pinos y el campus San Juan Pablo II de la Universidad Católica de Temuco), en adelante Campus Norte. Las áreas de mayor superficie son los parques (más de 9 há) y las de menor superficie las plazas (≈ 1 há). En estas áreas verdes los árboles y arbustos son especies exóticas (más del 70%). El parque del Campus Norte es el que tiene mayor proporción de

Aves de plazas y parques

Registramos 49 especies de aves (Tabla 1). El mayor registro de aves fue en el parque Becker (1.343 ejemplares), y el de menor registro fue la plaza Recabarren (132), en las otras áreas verdes la frecuencia fluctuó entre 354 y 930 ejemplares. La mayor diversidad de aves se registró en el parque Campus Norte con 44 especies y las más bajas (igual o menor a nueve especies) en las plazas Godoy y Pinto (Tabla 1). Si comparamos el total de ejemplares, este es similar entre las cinco plazas (2.627 aves) y los dos parques (2.918 aves), pero



De arriba abajo. Collipulli a fines del siglo XIX, en sus lomajes aún se aprecia el bosque nativo original. Temuco, por la misma fecha, ya sin bosques. Victoria en 1918, sus alrededores ya estaban talados. Temuco, plaza de armas en 1940, se ven lomajes circundantes ya casi sin árboles.

Especie	Parques			Plazas				
	Los Pinos	Campus N.	Becker	Godoy	Dreves	Recabarren	Pinto	Schmidt
Pato jergón chico <i>Anas flavirostris</i>		x						
Codorniz <i>Callipepla californica</i>		x						
Pimpollo <i>Rollandia rolland</i>		x						
Picurio <i>Podilymbus podiceps</i>		x						
Yeco <i>Phalacrocorax brasilianus</i>		x						
Garza grande <i>Ardea alba</i>		x						
Garza chica <i>Egretta thula</i>		x						
Garza bueyera <i>Bubulcus ibis</i>		x						
Bandurria <i>Theristicus melanopis</i>	x	x	x		x	x		
Pidén común <i>Pardirallus sanguinolentus</i>		x						
Tagüita común <i>Porphyriops melanops</i>		x						
Tagüa común <i>Fulica armillata</i>		x						
Queltehue común <i>Vanellus chilensis</i>	x	x	x	x	x	x		x
Gaviota cáhuil <i>Chroicocephalus maculipennis</i>		x						
Paloma doméstica <i>Columbia livia</i>		x	x	x			x	x
Torcaza <i>Patagioenas araucana</i>	x	x	x					
Tórtola <i>Zenaida auriculata</i>	x	x	x					
Picaflor chico <i>Sephanoides sephaniodes</i>	x	x	x	x	x	x	x	x
Pitio austral <i>Colaptes pitius</i>		x						
Cachaña <i>Enicognathus ferrugineus</i>		x						
Tiuque <i>Milvago chimango</i>	x	x	x	x	x	x	x	x
Churrín del Sur <i>Syctalopus magellanicus</i>		x						
Trabajador <i>Phleocryptes melanops</i>		x						
Churrete patagónico <i>Cinclodes patagonicus</i>	x	x	x					
Rayadito <i>Aphrastura spinicauda</i>	x		x					
Colilarga <i>Sylviorthorhynchus desmursii</i>		x						
Tijeral común <i>Leptasthenura aegithaloides</i>	x		x		x	x		
Cachudito común <i>Anairetes parulus</i>	x	x	x	x	x	x		
Fíofo <i>Elaenia albiceps</i>	x	x	x	x	x	x		x
Run-Run <i>Hymenops perspicillatus</i>		x						
Diucón <i>Xolmis pyrope</i>		x	x			x		x
Viudita <i>Colorhamphus parvirostris</i>		x						
Rara <i>Phytotoma rara</i>		x						
Golondrina chilena <i>Tachycineta meyeri</i>	x	x	x					
Chercán común <i>Troglodytes aedon</i>	x	x	x		x			x
Zorzal patagónico <i>Turdus falcklandii</i>	x	x	x	x	x	x		x
Tenca chilena <i>Mimus thenca</i>		x	x					
Bailarín chico común <i>Anthus correndera</i>		x						
Cometocino patagónico <i>Phrygilus patagonicus</i>			x					
Diuca común <i>Diuca diuca</i>	x	x						
Chirihue común <i>Sicalis luteola</i>	x		x		x	x		
Chirihue azafrán <i>Sicalis flaveola</i>		x						
Chincol <i>Zonotrichia capensis</i>	x	x	x		x			
Loica común <i>Sturnella loyca</i>	x							
Tordo <i>Curaeus curaeus</i>		x	x		x			
Trile <i>Agelasticus thilius</i>		x						
Mirlo común <i>Molothus bonariensis</i>		x						
Jilguero austral <i>Spinus barbatus</i>		x	x	x	x			x
Gorrión <i>Passer domesticus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x
Número de especies	19	44	23	9	14	11	4	10

Tabla 1. Aves registradas en parques y plazas de Temuco en 2007-2008 (X= Presencia).

en las plazas solo el 38% son nativas, en cambio en los parques son el 91%. Un antecedente que hay que tener en consideración. El gorrión, especie exótica, es la especie más abundante (60% del total).



Bailarín chico común * *Anthus correndera*



Bandurria * *Theristicus melanopsis*



Jilguero austral * *Spinus barbatus*



Chincol * *Zonotrichia capensis*



Diucón * *Xolmis pyrope*



Cometocino * *Phrygilus patagonicus*



Golondrina chilena * *Tachycineta meyeri*



Queltehue común * *Vanellus chilensis*



Garza grande * *Ardea alba*



Tiuque * *Milvago chimango*



Cachudito común * *Anairetes parulus*

Recomendaciones

Para que los parques conserven la diversidad de aves tienen que ser grandes, así tienen mayor probabilidad de ser colonizados por especies de aves raras, y distribuidas al azar porque presentan una mayor diversidad de hábitat. Pero además deben tener árboles y especialmente arbustos nativos que aumentan la cantidad de aves nativas, y debe existir la menor cantidad de suelo desnudo (pavimento o tierra).

Las plazas de Temuco son de estilo europeo, caracterizadas por árboles y arbustos exóticos y muy poca flora nativa, con escasas posibilidades de aprovechamiento para la mayoría de las especies de aves, al existir baja diversidad estructural pocas áreas de refugio y oferta de alimento. Las preferencias de los planificadores urbanos y paisajistas por especies exóticas no favorecen la creación de hábitat para avifauna nativa, por lo que muchas aves son visitantes y no logran nidificar y residir dentro de estas áreas. Esto sumado a su poca superficie explica la menor diversidad de aves en ellas. Se recomienda incrementar las especies de vegetación nativa, en lo posible con especies originales de la depresión intermedia. Por otro lado la vegetación de las plazas está sometida a manejo regular, como poda, fumigación y remoción de árboles muertos, desplazando aves que requieren una capa arbustiva/arbórea intacta, tocones muertos o un hábitat tranquilo.



Picaflor * *Sephanoides sephaniodes*



Pato jergón chico * *Anas flavirostris*



Pidén * *Pardirallus sanguinolentus*



Rara * *Phytotoma rara*



Run run * *Hymenops perspicillata*



Tagüita * *Porphyrius melanops*



Tijeral * *Leptasthenura aegithaloides*



Torcaza * *Patagioenas araucana*

Perspectivas

La investigación ecológica se ha trasladado a las ciudades, por lo que la ecología urbana subraya los intereses de lo cultural y lo natural en los asentamientos humanos, aun cuando esta perspectiva es más abundante en la literatura especializada que en la realidad de nuestras ciudades, por lo tanto el desafío para Temuco y Padre Las Casas es llevar a la práctica este conocimiento aplicando políticas municipales reguladoras y basadas en asesoramiento especializado e incentivos que diseñen infraestructura verde que realmente conserven y aumente la biodiversidad, lo que hará de esta ciudad una urbe a largo plazo más sustentable.

Del estudio original, hecho en 2008, hemos agregado varias especies que hemos avistado posteriormente, especialmente en Campus Norte.

Créditos fotográficos: Las cinco primeras fotografías de Memoria Chilena; las fotografías de aves pertenecen de Heraldo V. Norambuena y Jorge Zúñiga.



Tórtola * *Zenaida auriculata*



Viudita * *Colorhamphus parvirostris*



Yeco * *Phalacrocorax brasilianus*



Chirihue azafrán * *Sicalis flaveola*



Churrete patagónico * *Cinclodes patagonicus*



Codorniz * *Callipepla californica*



Diuca común * *Diuca diuca*



Fiofio * *Elaenia albiceps*

PARA SABER MÁS

- ANGUITA R (2003) Animales en la gran ciudad. *Ambienta* 20: 32-37.
- CHACE J & J WALSH (2006) Urban effects on native avifauna: a review. *Landscape and Urban Planning* 74: 46-69.
- MELLA JE & A LOUITIT (2007) Ecología comunitaria y reproductiva de aves en cerros islas y parques de Santiago. *Boletín Chileno de Ornitología (Chile)* 13: 13-27.
- MUÑOZ-PEDREROS A (2020) Urban ecology. Bird diversity in cities in southern Chile. IOP conference series earth and environmental science.
- MUÑOZ-PEDREROS A, M GONZÁLEZ, F ENCINA-MONTOYA & HV NORAMBUENA (2018) Bird diversity in green areas in a city in southern Chile. Effect of vegetation strata and human disturbance. *Avian Research*. 9(38): 1-15.
- ORTEGA-ÁLVAREZ R & I MACGREGOR-FORS (2011) Dusting-off the file: A review of knowledge on urban ornithology in Latin America. *Landscape and Urban Planning* 101(1): 1-10.
- URQUIZA A & J MELLA (2002) Riqueza y diversidad de aves en parques de Santiago durante el período estival. *Boletín Chileno de Ornitología (Chile)* 9: 12-21.



Garza bueyera * *Bubulcus ibis*



Picurio * *Podilymbus podiceps*



DIVERSIDAD ARBÓREA

DEL CAMPUS SAN JUAN PABLO II DE LA UCTEMUCO

Belleza natural que encanta. 61 son las especies arbóreas que se pueden observar en el Campus San Juan Pablo II, entre ellas majestuosos robles, laureles, lingues, boldos y huillipatagüas

Por Mario Romero-Mieres¹, Gloria Calfucura², Dacne Furnie², Nicolás Vallejos², Eduardo Fernández³

El Campus San Juan Pablo II (ex Campus Norte) de la Universidad Católica de Temuco se encuentra ubicado en Rudecindo Ortega 02950, salida norte de la ciudad de Temuco. Posee una superficie de 15,8 hectáreas, en la que se emplazan modernos edificios destinados a la docencia e investigación

y hermosas áreas verdes que incluyen una variada diversidad de la flora representativa del centro-sur de Chile.

Este Campus de la UC Temuco ha tenido desde la década pasada variados cambios en su paisaje natural. De constituir un espacio para la realización de actividades deportivas y trabajo de campo de carreras de la actual Facultad de Recursos Naturales, hoy cuenta con espacios naturales de singular belleza, entre los que destacan su hermosa laguna y grandes árboles nativos de Chile, destacando el roble, lingue, laurel, boldo y huillipatagüa.

Actualmente es posible contemplar 61 especies arbóreas, las que proveen al Campus de una hermosa variedad de colores y aromas durante todo el año. Colores rojizos y naranjos en otoño e invierno y diferentes tonos de verde en primavera y verano, invitan a la comunidad universitaria y al visitante a vivir y disfrutar momentos de descanso y relajación.

Diferentes espacios albergan la diversidad arbórea del lugar. Algunos de ellos permanecen intactos al paisaje original, que recuerda en parte a los bosques que dominaban esta zona de la ciudad en sus comienzos,

¹ Ingeniero Forestal. Doctor en Ciencias Forestales, Profesor Asistente del Departamento de Ciencias Ambientales. ²Ingenieros en Recursos Naturales Renovables del Departamento de Ciencias Ambientales. ³Magister en Planificación Territorial.



Vista general Campus San Juan Pablo II delimitando en verde sus áreas verdes.

mientras que otros fueron modificados para dar cabida a nuevas especies, tanto nativas como introducidas. El diseño de paisaje del Campus San Juan Pablo II ha contribuido a realzar los tipos de hábitat en los que las especies arbóreas se desarrollan.

Además de la rica diversidad presente, desde el año 2012 el Campus cuenta con un Jardín Botánico de aproximadamente ½ hectárea. Esta iniciativa, dirigida por la Profesora Mirtha Latsague del actual Departamento de Ciencias Biológicas y Químicas, fue



Vista desde el suelo de un gran ejemplar de roble, *Nothofagus obliqua*.

llevada a cabo gracias al Fondo de Protección Ambiental, Ex CONAMA región de La Araucanía. Este Jardín Botánico cuenta con especies arbóreas nativas amenazadas, la que se han complementado con las especies arbóreas típicas de la región.

Las diversas especies arbóreas presentes se entremezclan con arbustos, hierbas, helechos y hermosas trepadoras, como aquella que constituye nuestra flor nacional: el copihue, *Lapageria rosea*. Además, uno de los atractivos del Campus lo constituye su laguna, la cual es un refugio para una gran diversidad de especies de plantas acuáticas. En el centro de ésta, existe una pequeña isla que es custodiada por grandes ejemplares de aromos australianos (*Acacia melanoxylon*), los que a su vez otorgan sombra y refugio a hermosos mamíferos y aves acuáticas, como una familia de coipos (*Myocastor coypus*) y varias tagüitas (*Fulica armillata*) que habitan la laguna.

En la Tabla 1 se entrega información sobre las especies arbóreas que es posible observar y admirar en dicho Campus. Se informa el nombre científico que poseen, su nombre común, la familia botánica a la que pertenecen, el origen fitogeográfico (si son nativas o introducidas) y sector en donde es posible apreciarlas en el Campus. Para este fin, en la primera figura se muestra la delimitación de los sectores, elegidos en torno a su



Diversidad de colores en otoño, en el sector de la laguna.



Ejemplares de aromos australianos (*Acacia melanoxylon*) en la isla ubicada al centro de la laguna.



Ejemplares de *Nothofagus glauca* (hualo) en otoño.

condición de formación original (sectores 1 y 2), al diseño paisajístico que destaca la presencia de coníferas nativas y exóticas, como el alerce (*Fitzroya cupressoides*) y cedro japonés (*Cryptomeria japonica*) respectivamente (Sector 3), a los árboles que cubren los senderos del Campus alrededor de la laguna, destacando allí el pehuén (*Araucaria araucana*), quillayes (*Quillaja saponaria*), maños (*Podocarpus salignus*, *Podocarpus nubigenus*,

Nº	Nombre científico	Nombre común	Familia	Origen	1	2	3	4	5
1	<i>Abies alba</i>	Abeto común	Pinaceae	Introducido			X		
2	<i>Acacia dealbata</i>	Aromo	Fabaceae	Introducido	X	X		X	
3	<i>Acacia melanoxylon</i>	Aromo australiano	Fabaceae	Introducido				X	
4	<i>Alectoxicon punctatum</i>	Olivillo	Alectoxicaceae	Nativo	X		X		
5	<i>Ailanthus altissima</i>	Árbol del cielo	Simaroubaceae	Introducido					X
6	<i>Alnus glutinosa</i>	Aliso común	Betulaceae	Introducido		X		X	
7	<i>Amomyrtus luma</i>	Luma	Myrtaceae	Nativo	X			X	
8	<i>Araucaria araucana</i>	Pehuén	Araucariaceae	Nativo				X	X
9	<i>Araucaria angustifolia</i>	Araucaria brasileña	Araucariaceae	Introducido				X	
10	<i>Aristotelia chilensis</i>	Maqui	Elaeocarpaceae	Nativo	X	X	X		X
11	<i>Austrocedrus chilensis</i>	Ciprés de la cordillera	Cupressaceae	Nativo			X	X	
12	<i>Azara integrifolia</i>	Corcolén	Flacourtiaceae	Nativo	X				
13	<i>Azara microphylla</i>	Chinchin	Flacourtiaceae	Nativo				X	
14	<i>Blepharocalyx cruckshanksii</i>	Temu	Myrtaceae	Nativo				X	X
15	<i>Castanea sativa</i>	Castafío	Fagaceae	Introducido		X		X	
16	<i>Cedrus</i> sp.	Cedro	Pinaceae	Introducido			X		
17	<i>Citronella mucronata</i>	Huillipatagüa	Icacinaceae	Nativo		X			
18	<i>Cryptocarya alba</i>	Peumo	Lauraceae	Nativo	X			X	X
19	<i>Cryptomeria japonica</i>	Cedro japonés	Cupressaceae	Introducido			X		
20	<i>Drimys winteri</i>	Canelo	Winteraceae	Nativo				X	X
21	<i>Embothrium coccineum</i>	Notro	Proteaceae	Nativo	X		X	X	
22	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	Myrtaceae	Introducido	X		X	X	
23	<i>Eucryphia cordifolia</i>	Ulmo	Eucryphiaceae	Nativo	X			X	
24	<i>Eucryphia glutinosa</i>	Guindo santo	Eucryphiaceae	Nativo				X	
25	<i>Fitzroya cupressoides</i>	Alerce	Cupressaceae	Nativo			X		
26	<i>Gevuina avellana</i>	Avellano	Proteaceae	Nativo		X		X	
27	<i>Larix decidua</i>	Alerce europeo	Pinaceae	Introducido			X		
28	<i>Laurelia sempervirens</i>	Laurel	Atherospermataceae	Nativo	X		X		X
29	<i>Lomatia ferruginea</i>	Fuinque	Proteaceae	Nativo	X				
30	<i>Luma apiculata</i>	Arrayán	Myrtaceae	Nativo	X		X	X	X
31	<i>Malus baccata</i>	Manzano de flor	Rosaceae	Introducido	X				

Tabla 1. Lista de las especies arbóreas presentes en el Campus San Juan Pablo II de la Universidad Católica de Temuco. Donde Sector 1: bosque de roble, laurel y lingue; Sector 2: añosos boldos y huillipataguas; Sector 3: jardines de coníferas y especies perennifolias; Sector 4: senderos de la laguna, araucarias, quillayes y bosque húmedo; Sector 5: jardín botánico, árboles aislados y alameda.

Nº	Nombre científico	Nombre común	Familia	Origen	1	2	3	4	5
32	<i>Malus communis</i>	Manzano	Rosaceae	Introducido		X	X		
33	<i>Maytenus boaria</i>	Maitén	Celastraceae	Nativo	X	X	X	X	X
34	<i>Myrceugenia exsucca</i>	Pitra	Myrtaceae	Nativo				X	
35	<i>Nothofagus alpina</i>	Rauli	Nothofagaceae	Nativo	X		X	X	X
36	<i>Nothofagus dombeyi</i>	Coigüe	Nothofagaceae	Nativo		X	X	X	X
37	<i>Nothofagus glauca</i>	Hualo	Nothofagaceae	Nativo	X	X		X	
38	<i>Nothofagus obliqua</i>	Roble	Nothofagaceae	Nativo	X	X	X	X	X
39	<i>Persea lingue</i>	Lingue	Lauraceae	Nativo	X		X		
40	<i>Peumus boldus</i>	Boldo	Monimiaceae	Nativo	X	X		X	X
41	<i>Pinus radiata</i>	Pino insigne	Pinaceae	Introducido	X				
42	<i>Pitavia punctata</i>	Pitao	Rutaceae	Nativo					X
43	<i>Podocarpus nubigenus</i>	Mafío macho	Podocarpaceae	Nativo			X	X	
44	<i>Podocarpus salignus</i>	Mafío hoja larga	Podocarpaceae	Nativo	X		X	X	
45	<i>Populus alba</i>	Álamo blanco	Salicaceae	Introducido					X
46	<i>Populus deltoides</i>	Álamo	Salicaceae	Introducido					X
47	<i>Prunus avium</i>	Cerezo	Rosaceae	Introducido	X	X	X		
48	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Pino oregón	Pinaceae	Introducido		X			
49	<i>Pyrus communis</i>	Peral	Rosaceae	Introducido				X	
50	<i>Quercus robur</i>	Encino	Fagaceae	Introducido				X	
51	<i>Quercus suber</i>	Árbol de corcho	Fagaceae	Introducido				X	
52	<i>Quillaja saponaria</i>	Quillay	Rosaceae	Nativo				X	
53	<i>Rhaphithamnus spinosus</i>	Arrayán macho	Verbenaceae	Nativo	X				
54	<i>Salix babylonica</i>	Sauce llorón	Salicaceae	Introducido		X			
55	<i>Salix matsudana</i>	Sauce tortuoso	Salicaceae	Introducido				X	
56	<i>Saxegothaea conspicua</i>	Mafío hembra	Podocarpaceae	Nativo				X	
57	<i>Sophora cassioides</i>	Pilo-Pilo	Fabaceae	Nativo				X	
58	<i>Tepualia stipularis</i>	Tepú	Myrtaceae	Nativo					
59	<i>Thuja plicata</i>	Tuja	Cupressaceae	Introducido		X			
60	<i>Thujopsis dolabrata</i>	Hida	Cupressaceae	Introducido			X		
61	<i>Weinmannia trichosperma</i>	Tineo	Cunoniaceae	Nativo			X		

Tabla 1 Continuación. Lista de las especies arbóreas presentes en el Campus San Juan Pablo II de la Universidad Católica de Temuco. Donde Sector 1: bosque de roble, laurel y lingue; Sector 2: añosos boldos y huillipataguas; Sector 3: jardines de coníferas y especies perennifolias; Sector 4: senderos de la laguna, araucarias, quillayes y bosque húmedo; Sector 5: jardín botánico, árboles aislados y alameda.

Saxegothaea conspicua, *Prumnopitys andina*), hualos (*Nothofagus glauca*), coigües (*Nothofagus dombeyi*) y

canelos (*Drimys winteri*) (Sector 4), y las especies que destacan del Jardín Botánico, árboles aislados y la formación de

álamos (*Populus* spp.) en el costado norte del Campus (Sector 5).



Ejemplar de *Saxegothea conspicua* (mañío hembra).



Ejemplar de huillipatagüa, *Citronella mucronata*.

La presencia de añosos boldos (*Peumus boldus*) y huillipatagüas (*Citronella mucronata*), ubicados hacia el costado sur del Campus, dan la bienvenida a la comunidad universitaria y visitantes. Los ejemplares de huillipatagüas son un valioso tesoro para la flora del centro sur de Chile, ya que existen pocos ejemplares en su hábitat natural. Actualmente, en el libro de plantas amenazadas del centro-sur de Chile (Hechenleitner *et al.* 2012) la clasifican en la categoría "Datos Insuficientes (DD)", lo que significa que faltan investigaciones para demostrar que una clasificación de amenaza pudiera ser apropiada.



Ejemplares de *Araucaria araucana* (pehuén).

En el sector 4, se encuentran al costado Este de la laguna, ejemplares de *Nothofagus glauca*, comúnmente llamado hualo. Esta especie, que tiene distribución natural desde la Provincia de Melipilla hasta la del Ñuble, por ambas cordilleras, ha sido plantada en el Campus para entregar al lugar un espacio de singular belleza. Sus troncos con corteza gruesa de color ceniciento rojizo, que se desprende fácilmente a medida que envejece, sumado a sus hojas de tonos verdes en primavera a naranjos en otoño, le confieren a esta especie un especial encanto.

Las coníferas, por cierto, son abundantes en el Campus. Tanto en el sector 3 como en el 4 se encuentran ejemplares nativos e introducidos. De las especies nativas destacan al costado oeste de la laguna en el sector 4, ejemplares de nuestro Monumento Natural: el pehuén; y diversos maños, como el maño de

hojas punzantes (*Podocarpus nubigenus*) y maño hembra (*Saxegothaea conspicua*).

Sin lugar a dudas, el Campus San Juan Pablo II de la Universidad Católica de Temuco constituye uno de los lugares más hermosos de Temuco y representa un verdadero pulmón verde

para el sector oriente de la ciudad. Su rica diversidad vegetal permite además ser un laboratorio al aire libre para los estudiantes de la Universidad y en particular para aquellos de la Facultad de Recursos Naturales, quienes durante todo el año pueden observar y descubrir la hermosa flora del centro-sur de Chile.

PARA SABER MÁS

HECHENLEITNER P, MF
GARDNER, PI THOMAS,
C ECHEVERRÍA,
B ESCOBAR, P
BROWNLESS & C
MARTÍNEZ (2012)
Plantas Amenazadas
del Centro-Sur de
Chile. Distribución,
Conservación y
Propagación. Segunda
Edición. Universidad
Austral de Chile y Real
Jardín Botánico de
Edimburgo. 188 pp.
HOFFMANN A (1998) El
árbol urbano en Chile.
Tercera edición. Edicio-
nes Fundación Claudio
Gay, Santiago, Chile. 255
pp.

RIEDEMANN P & G ALDU-
NATE (2003) Flora na-
tiva de valor ornamental.
Identificación y propa-
gación. Chile-Zona Sur.
Primera edición. Editorial
Andrés Bello. Santiago de
Chile. 516 pp.

RODRÍGUEZ R, E RUIZ & JP
ELISSETCHE (2005) Ár-
boles en Chile. Editorial
Universidad de Concep-
ción. Concepción, Chile.
183 pp.

ROMERO-MIERES M,
S REBOLLEDO & P
JARAMILLO (2009)
Árboles ornamentales
de la ciudad de Temuco,
Región de la Araucanía
(IX), Chile. Chloris
Chilensis 12 (1). URL:
<http://www.chlorischile.cl>



AVES URBANAS

DIVERSIDAD DE AVIFAUNA DEL CAMPUS SAN JUAN PABLO II DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO

Las áreas verdes pueden contribuir a la conservación de la diversidad de aves mejorando el funcionamiento de estos sistemas artificiales. El campus tiene 47 especies de aves nativas.

Por Andrés Muñoz-Pedrerros¹, Marilyn González-Urrutia² & Jorge Zúñiga³

Proceso de urbanización

La urbanización es una tendencia demográfica dominante y una componente importante de la transformación global de la tierra, lo que es una amenaza a la conservación de la biodiversidad, pudiendo provocar

alteraciones en los sistemas ecológicos y un mal funcionamiento de los sistemas urbanos tal como están estructurados. Debido a la fragmentación o completa eliminación de los hábitat naturales sobre los que se construyeron o se expanden las ciudades, el sistema urbano contiene poca superficie de fragmentos de vegetación original e incluso de áreas verdes artificiales generándose una drástica modificación de las comunidades faunísticas con una disminución de la abundancia y diversidad original.

En este escenario, las áreas verdes constituyen espacios urbanos utilizados por algunas especies de la fauna original, contribuyendo al funcionamiento de estos ecosistemas artificiales a largo plazo, a la vez que ayudan a la conservación de cierta representación de la diversidad original, mejorando la calidad de vida de sus habitantes. Es por ello que en áreas urbanas el sinergismo establecido entre la estructura de los ecosistemas urbanos y los factores que limitan las poblaciones, crean hábitat potenciales para algunas especies de aves.

¹Médico Veterinario, Magíster en Ecología, Dr. en Ciencias Ambientales. Profesor de Fauna Silvestre para la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Investigador del Núcleo de Estudios Ambientales NEA. ²Bióloga en Gestión de Recursos Naturales, Diplomada en SIG, Magister en Recursos Naturales. Profesora de Zoología para la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales.

³Comunicador Audiovisual, Dirección de Comunicación y M. de la Universidad Católica de Temuco.

Rol de las áreas verdes en la ciudad

Las áreas verdes, incluyendo los fragmentos originales, pueden contribuir a la conservación de la diversidad autóctona mejorando el funcionamiento de estos sistemas artificiales a largo plazo como ha sido demostrado en diversos lugares como en Singapur, en jardines de Hamilton en Nueva Zelanda, en Sydney, Australia, en tres ciudades de Suiza, en Hong Kong, en Santiago de Chile y en Palmas, Brazil.

En Chile se ha comenzado a estudiar la diversidad de aves en el radio urbano desde 1975 en ciudades de la zona central documentándose pocas especies muy abundantes. En Santiago se estudió la avifauna urbana entre 1995 y 2007, luego en Iquique, Concepción, Osorno, Punta Arenas y Valdivia.

En 2010 realizamos el primer estudio de la diversidad de aves en plazas, parques y bandejones de la ciudad de Temuco.

El objetivo de este artículo es caracterizar la diversidad de aves en el Campus San Juan Pablo II (ex Campus Norte) de la Universidad Católica de Temuco.

De arriba abajo: Campus San Juan Pablo II, bandurria (*Theristicus melanopsis*) y Run run (*Hymenops perspicillata*)



Metodología de estudio

Este estudio se realizó desde la primavera de 2007 al verano de 2013. Las aves se registraron mediante un método mixto con identificación directa (ojo desnudo y binoculares de 10x50) e indirecta (auditiva) y según sus características se usaron diferentes métodos para estimar la riqueza y abundancia relativa. También participaron en los censos los alumnos del curso de Fauna Silvestre de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales en los años 2010 a 2013.

El campus tiene una superficie de 12 hectáreas y en general el 50% de su superficie no construida es estrato herbáceo, el 10% son matorrales y el 40% es ocupado por el estrato arbóreo.

Aves del campus

Entre 2007 y 2013 se registraron 5.545 ejemplares de 47 especies de aves (Tabla 1).



Torcaza (*Patagioenas araucana*).

Nombre vulgar	Nombre científico	Origen	Donde verla
Picurio	<i>Podilymbus podiceps</i>	nativa	laguna
Yeco	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	nativa	laguna
Garza Grande	<i>Ardea alba</i>	nativa	laguna
Garza Chica	<i>Egretta thula</i>	nativa	laguna
Garza Boyera	<i>Bubulcus ibis</i>	nativa	pradera
Bandurria	<i>Theristicus melanopis</i>	nativa	pradera
Cisne De Cuello Negro	<i>Cygnus melanorhyphus</i>	nativa	laguna
Tiuque	<i>Milvago chimango</i>	nativa	pradera
Codorniz	<i>Callipepla californica</i>	exótica	pradera
Pidén	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	nativa	laguna
Tagüita	<i>Gallinula melanops</i>	nativa	laguna
Tagüa	<i>Fulica armillata</i>	nativa	laguna
Treile	<i>Vanellus chilensis</i>	nativa	pradera
Gaviota Cáhuil	<i>Larus maculipennis</i>	nativa	laguna
Paloma	<i>Columbia livia</i>	nativa	matorral
Torcaza	<i>Patagioenas araucana</i>	nativa	árboles
Tórtola	<i>Zenaida auriculata</i>	nativa	árboles
Chuncho Austral	<i>Glaucidium nana</i>	nativa	árboles
Picaflor	<i>Sephanoides sephanoides</i>	nativa	matorrales
Pitio	<i>Colaptes pitius</i>	nativa	árboles
Churrete	<i>Cinclodes patagonicus</i>	nativa	borde laguna
Trabajador	<i>Phleocryptes melanops</i>	nativa	borde laguna
Colilarga	<i>Sylviorthorhynchus desmursii</i>	nativa	árboles
Rayadito	<i>Aphrastura spinicauda</i>	nativa	árboles
Tijeral	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	nativa	árboles
Churrín Del Sur	<i>Syctolopus magellanicus</i>	nativa	árboles
Fío Fío	<i>Elaenia albiceps</i>	nativa	árboles
Cachudito	<i>Anairetes parulus</i>	nativa	árboles
Run-Run	<i>Hymenops perspicillatus</i>	nativa	borde laguna
Diucón	<i>Xolmis pyrope</i>	nativa	árboles
Viudita	<i>Colorhamphus parvirostris</i>	nativa	árboles
Golondrina Chilena	<i>Tachycineta meyeni</i>	nativa	árboles
Chercán	<i>Troglodytes aedon</i>	nativa	árboles
Zorzal	<i>Turdus falcklandii</i>	nativa	matorrales
Tenca	<i>Mimus thenca</i>	nativa	árboles
Bailarín Chico	<i>Anthus correndera</i>	nativa	árboles
Diuca	<i>Diuca diuca</i>	nativa	árboles
Chincol	<i>Zonotrichia capensis</i>	nativa	árboles/matorral
Cometocino Patagónico	<i>Phrygilus patagonicus</i>	nativa	árboles/matorral
Chirigüe	<i>Sicalis luteola</i>	nativa	árboles/matorral
Trile	<i>Agelaius thilius</i>	nativa	borde launa
Tordo	<i>Curaeus curaeus</i>	nativa	árboles/matorral
Mirlo	<i>Molothus bonariensis</i>	nativa	árboles/matorral
Jilguero	<i>Sporagra barbata</i>	nativa	árboles/matorral
Loica	<i>Sturnella loica</i>	nativa	árboles/matorral
Cachaña	<i>Enicognathus ferrugineus</i>	nativa	árboles
Gorrión	<i>Passer domesticus</i>	exótica	árboles/matorral

Tabla 1. Aves registradas en el campus San Pablo II de la Universidad Católica de Temuco.



Chincol (*Zonotrichia capensis*)



Cachudito (*Anairetes parulus*)



Chirihue (*Sicalis luteola*)



Diucón (*Xolmis pyrope*)



Tijeral (*Leptasthenura aegithaloides*)



Viudita (*Colorhamphus parvirostris*)

Esta diversidad de aves ha ido cambiando con los años y también cambia según la estación del año. La principal amenaza para ellas es la presencia de perros que persistentemente perturban a las especies que habitan, especialmente en el sector de la laguna, impidiendo en algunos casos la nidificación de algunas aves como la tagüita y dificultando la sobrevivencia de un mamífero emblemático de la laguna, el coipo (*Myocastor coypus*), motivo por el cual está prohibido el ingreso de mascotas, especialmente de perros, aun cuando estén con sujeción. Pese a esto la riqueza de especies es relevante y un patrimonio de todos que debemos conservar. La protección, conservación y manejo de la fauna silvestre nativa en las ciudades es un aporte a la conservación de la biodiversidad de la región y el país.



Huairavo (*Nycticorax nycticorax*)



Picurio, hembra con crías (*Podilymbus podiceps*)



Tagüita (*Gallinula melanops*)



Pato jergón chico (*Anas flavirostris*)



Churrete (*Cinclodes patagonicus*)



Chuncho (*Athene cunicularia*)



Cometocino Patagónico (*Phrygilus patagonicus*)



Diuca (Diuca diuca)



Garza boyera (*bubulcus ibis*)



Jilguero (*Sporagra barbata*)



Picaflor (*Sephanoides sephanoides*)



Golondrina chilena (*Tachycineta meyeri*)



Fio fío (*Elaenia albiceps*)



Pidén (*Pardirallus sanguinolentus*)



Codorniz (*Callipepla californica*)

Proyecciones

Es fundamental avanzar en investigación ecológica urbana en Chile para elaborar lineamientos o estrategias para la planificación urbana, que sea útil para los gestores ambientales, puesto que el conocimiento actual simplifica el análisis de las estructuras urbanas y no reconoce el complejo patrón de sus interacciones y los procesos ecológicos generados en sus múltiples escalas. Es necesario enfocar la investigación de la avifauna urbana con estudios de largo plazo (e.g., ciclos biológicos completos que incluyen aspectos reproductivos) que exploren la oferta/uso de recursos del hábitat, preferencia o evasión de ambientes y el efecto gradiente urbano-rural, considerando que los estudios descritos no son comparables debido a los diferentes métodos empleados y el análisis de factores no estandarizados y particulares de cada estudio, que en muchas ocasiones brindan solo conocimiento de su riqueza aviar. Además se requieren estudios de la conexión paisajística rural-suburbano-urbano, considerando la presencia de corredores verdes regionales y áreas verdes de importancia vegetal que ofrezcan hábitat real o potencial para las aves, más los procesos que pudieran afectar su dinámica espacial/ temporal, para contribuir a una más eficiente planificación territorial y la conservación local de la diversidad.

PARA SABER MÁS

CURSACH J & J RAU (2008) Avifauna urbana presente en dos parques urbanos de la ciudad de Osorno, Sur de Chile. Boletín Chileno de Ornitología 14(2): 98-103.

GONZÁLEZ M (2009) Avifauna urbana en América Latina: estudio de casos. Gestión Ambiental 17: 55-68.

HINOJOSA-SÁEZ A, G VALENZUELA DELLA-ROSSA & D GONZÁLEZ-ACUÑA (2007) Avifauna del barrio universitario de Concepción. Boletín Chileno de Ornitología 13: 42-46.

MUÑOZ-PEDREROS A, M GONZÁLEZ-URRUTIA & F ENCINA-MONTOYA (2018). Bird diversity in green areas in a city in southern Chile. Effect of vegetation strata and human disturbance. Avian Research. 9:38.



Rara (*Phytotoma rara*)

ÁRBOLES ALERGÉNICOS

DE TEMUCO Y PADRE LAS CASAS

El abedul, álamo, arce negundo, ciprés, fresno, olmo, nogal, plátano oriental y pino insigne son especies mundialmente reconocidas como alergizantes.

Por Mario Romerio-Mieres¹

En 1872, el arquitecto norteamericano Law Olmsted, creador del famoso Central Park en New York, afirmaba que los árboles eran muy importantes en las ciudades, calificándolos como los «pulmones de la ciudad».

La Organización Mundial de la Salud, OMS, señala que en una ciudad debe existir como mínimo un árbol por cada tres habitantes y entre 9 a 10 m² de

áreas verdes (arborizadas) por habitante, para conseguir un aire de mejor calidad y en consecuencia una mejor calidad de vida. Para que ello sea factible, no solo se requiere aumentar las áreas verdes y plantar más árboles, sino que también es importante seleccionar las especies que se desean plantar.

Uno de los atributos requeridos para la selección de especies arbóreas es el potencial poder alergénico que tengan, debido a que cada día son más las personas afectadas por el polen u otras estructuras microscópicas de las diversas especies

arbóreas existentes en una ciudad. Si bien es difícil evitar el contacto con pólenes por parte de una persona alérgica, el disminuir o evitar la exposición hacia árboles alergizantes, resulta efectivo para combatir este problema.

Temuco y Padre Las Casas poseen poco más de 130 y 70 especies de árboles respectivamente. En ambas ciudades las especies nativas de Chile no sobrepasan el 30% (Figura 1). De tal universo, nueve especies (todas introducidas) son reconocidas como alergizantes: abedul (Figura 2), olmo, álamo, arce negundo (Figura 3), ciprés macrocarpa, fresno, nogal,

¹Ingeniero Forestal. Doctor en Ciencias Forestales, Profesor Asistente Departamento de Ciencias Ambientales.

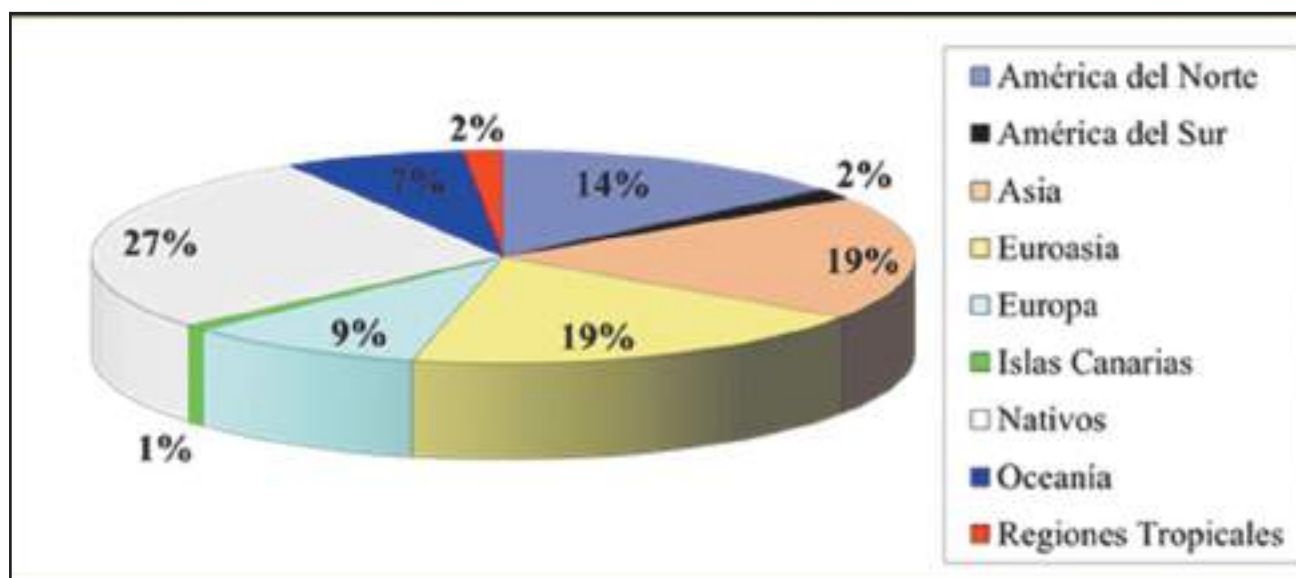


Figura 1. Origen fitogeográfico de las especies presentes en las ciudades de Temuco y Padre Las Casas.

plátano oriental y pino insignie (Figura 4). De estas especies, el abedul resulta ser el árbol que más problemas de alergia podría producir en las personas, ya que es la especie más plantada en Temuco y muy frecuente de observar en Padre Las Casas. Su polen es una de las principales causas de alergia en países del nordeste y centro de Europa, en donde se alcanzan concentraciones muy elevadas de polen.

Una buena planificación de áreas verdes y arborización urbana debe considerar la exposición de las personas a especies alergénicas, impidiendo su localización en sectores de gran afluencia de público y diversificando la matriz de especies con aquellas que no



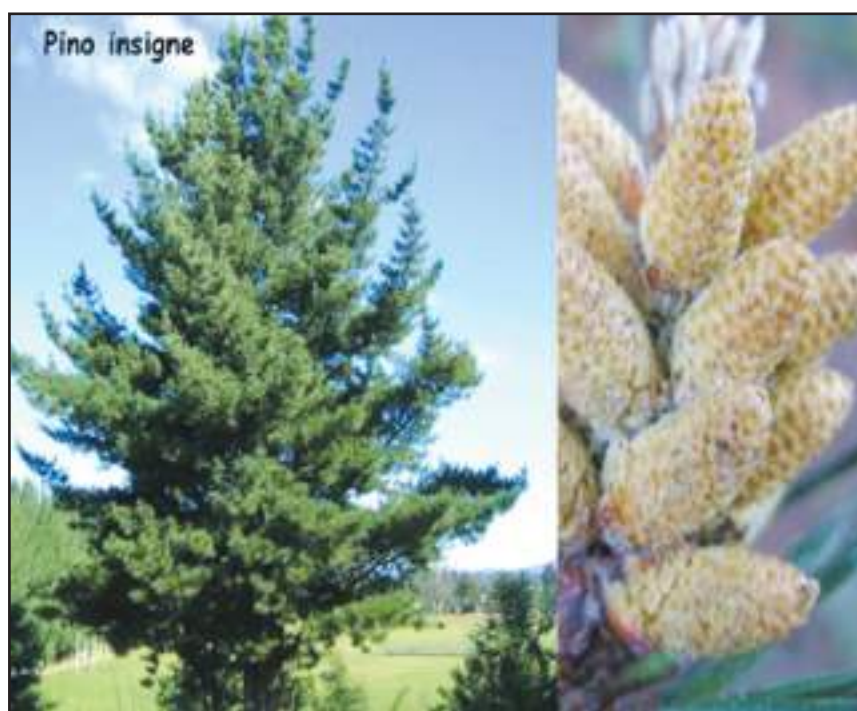
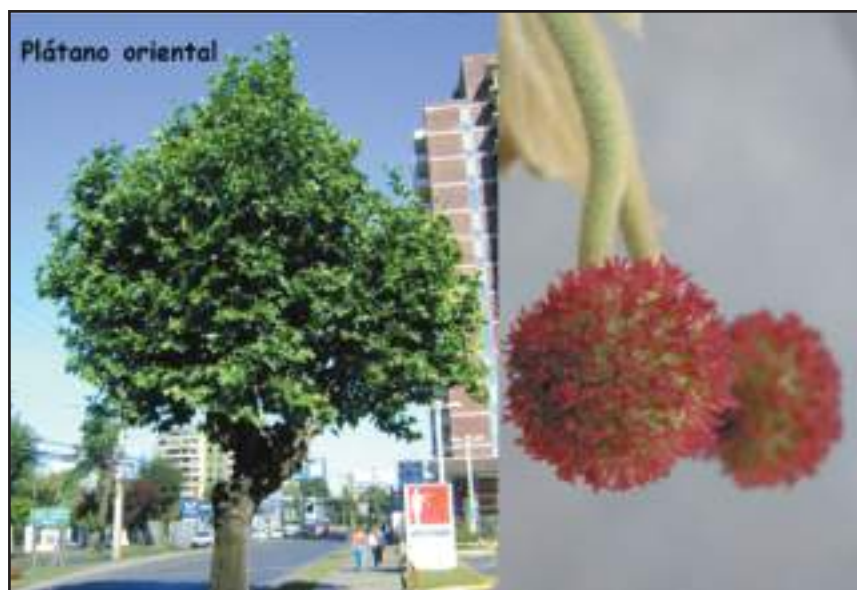
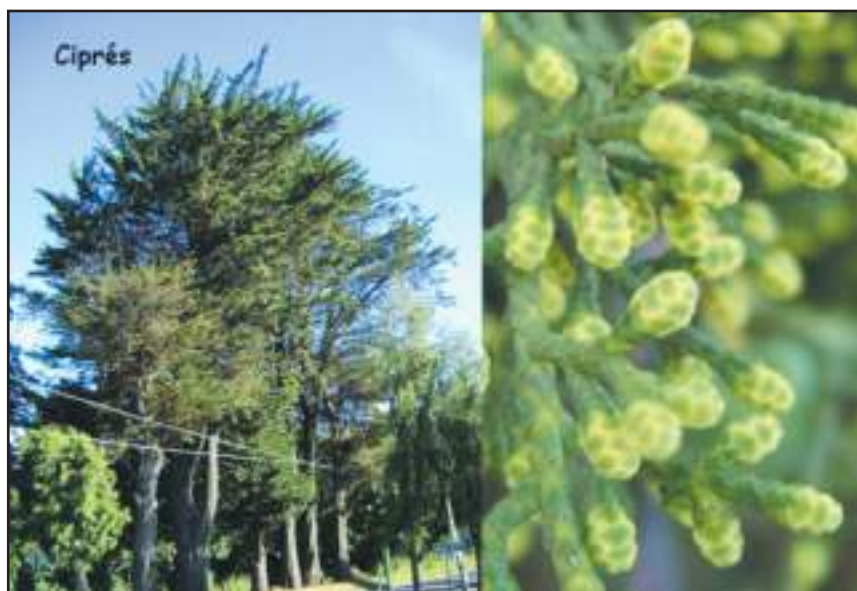
Figura 2. Abedul y sus flores masculinas.

provocan problemas de alergia y que se encuentran adaptadas a las condiciones urbanas del

centro-sur del país, como por ejemplo las nativas: radial, notro, patagua, quillay y coihue.



Figura 3. Arriba: olmo y sus flores masculinas. Centro: álamo y sus flores primaverales. Abajo: arce negundo y sus flores colgantes.



PARA SABER MÁS

HOFFMANN A (1998) El árbol urbano en Chile. Tercera edición. Ediciones Fundación Claudio Gay. Santiago de Chile.

MARDONES P, G DONOSO, R ROCHA, A CÓRDOVA & M GRAU (2011) Caracterización y registro del polen atmosférico en la ciudad de Temuco. Revista chilena de enfermedades respiratorias 27(1): 7-15.

POLENES.CL: <http://www.polenes.cl/sitio/plantas.asp>

ROMERO-MIERES M, S REBOLLEDO & P JARAMILLO (2009) Árboles ornamentales de la ciudad de Temuco, Región de la Araucanía (IX), Chile. Chloris Chilensis, Año 12 N°1. URL: <http://www.chlorischile.cl>

ROMERO-MIERES M & E HAUENSTEIN (2014) Árboles de Temuco. Editorial UCT. Temuco.

Figura 4. Arriba: ciprés y sus estróbilos masculinos terminales. Centro: plátano oriental y sus flores colgantes. Abajo: pino insigne y sus estróbilos masculinos.

EDUCACIÓN AMBIENTAL

DESDE EL JARDÍN

Los jardines botánicos tienen un papel fundamental en la conservación de los vegetales, pero la conservación no puede tener éxito sin la educación.

Por Mirtha Latsague¹

Importancia de la vegetación

Es conocido por muchos la importancia que tienen las especies vegetales en la vida del resto de los seres vivos, teniendo por un lado la función del asentamiento y nutrición del suelo, como también la provisión de alimento de los organismos que tienen una alimentación heterótrofa y, la provisión del oxígeno que necesitamos para respirar y

obtener energía para realizar toda clase de actividades. Al igual que el resto de los seres vivos, son objeto de estudio y para tal finalidad se crean espacios de conservación y preservación de una gran variedad de las mismas, teniendo como ejemplo a gran escala los Parques Nacionales, pero en menor medida y pertenecientes a una ciudad o poblado se crean los jardines botánicos.



Figura 1. Jardín botánico de la Universidad Austral de Chile en Valdivia.

Fotografía: Andrés Muñoz Pedreros.

¹ Profesora de Estado en Biología y Ciencias Naturales, Magíster en Ciencias con mención en Botánica, profesora de los cursos de Botánica. Departamento de Ciencias Ambientales.

Los jardines botánicos

Un jardín botánico es un espacio amplio generalmente al aire libre, en donde se han plantado especies vegetales de acuerdo a un criterio (por ej. tipos de bosques). Sus colecciones de plantas vivas están ordenadas con criterios científicos e individualmente registradas y clasificadas (Figura 1). Los jardines botánicos pueden ser creados para diversos fines: científicos, recreativos, académicos, conservación ambiental, o la combinación de las anteriores. La tarea más urgente para los jardines botánicos en la actualidad es su compromiso con la conservación de la biodiversidad vegetal. Los jardines botánicos constituyen centros de documentación y conservación de germoplasma de alto interés para la conservación de la flora del mundo, además, se conciben como lugares gratos que permiten el contacto con la belleza de las plantas y su entorno, y promueven la reflexión acerca de nuestra relación con la naturaleza. La labor de los jardines botánicos ha sido históricamente muy valiosa y es la de servir de reservorio para la protección de numerosas especies vegetales amenazadas o en peligro de extinción.

Amenazas sobre la vegetación nativa

La lista roja de especies vegetales amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), informó el año 2014 para América del Sur 7.662 especies de flora amenazada, correspondiendo a Chile un total de 213 especies. Entre las amenazas hay factores como la pérdida y fragmentación de hábitats, especies introducidas, sobre explotación de especies, contaminación del suelo, el agua y la atmósfera, el cambio climático, la industria, la agricultura y la actividad forestal, la extracción no sostenible de recursos vegetales, el cambio en el uso del suelo, el calentamiento global del planeta y otros factores derivados de la actividad humana.

Rol de los jardines botánicos

Los jardines botánicos tienen un papel vital en la conservación de los vegetales, pero la conservación no puede tener éxito sin la educación. Durante el siglo XX, este tipo de jardines han incorporado entre sus objetivos los de educación y conservación de las especies vegetales. Gracias a la enorme diversidad de plantas disponible en un jardín botánico, estos centros se constituyen en un lugar ideal para suscitar el interés por las plantas, y educar al público acerca de la evolución de distintos grupos. Programas específicamente diseñados para la enseñanza escolar y universitaria, como también senderos guiados, señaléticas interpretativas, conferencias y exhibiciones, constituyen servicios educacionales cada vez

más frecuentes en los jardines botánicos. Los jardines son importantes centros de educación, constituyen un lugar privilegiado para enseñarnos sobre la importancia de las plantas en nuestra vida y en el ecosistema global.

Al resaltar las amenazas que enfrentan los vegetales y sus hábitats, los jardines pueden contribuir a que la sociedad busque formas de proteger la diversidad biológica. Aunque la educación ambiental es una disciplina relativamente nueva, su importancia está creciendo en la misma proporción en que aumenta la percepción del público sobre la amenaza que significa de la pérdida de diversidad biológica. La educación ambiental actualmente está incorporada a las principales estrategias internacionales para la conservación de la diversidad biológica y el desarrollo sostenible.

Durante los últimos cinco años la conservación de la biodiversidad de los bosques del sur de Chile ha sido un foco de interés de diversos agentes privados, quienes por iniciativa propia o en colaboración con algunos organismos públicos han comenzado a jugar un papel importante en la protección de especies y ecosistemas.

Jardín botánico en el campus universitario

La conservación *ex situ*, es decir, de especies fuera de su hábitat



Figura 2. Visita guiada de estudiantes de la Escuela Básica Allipén, Región de La Araucanía, en el jardín botánico de la Universidad Católica de Temuco.



Figura 3. Actividad ambiental con estudiantes en el jardín botánico de la Universidad Católica de Temuco.



Figura 4. Guía de especies vegetales que orienta el recorrido en el jardín botánico.

natural, también ha sido considerada por algunas de estas iniciativas, es así como el Departamento de Ciencias Ambientales de la Universidad Católica de Temuco, con el financiamiento del Ministerio de Medio Ambiente desarrolló en el año 2011 un proyecto de creación de un jardín botánico con el objeto de dar a conocer y proteger el patrimonio florístico y vegetal con problemas de conservación en la Región de La Araucanía, además de generar un espacio permanente para favorecer el contacto de la población con la flora regional a través de la educación ambiental en la región. Estas evidencias contribuyen a un proceso educativo y comunitario de recuperación de especies con problemas de conservación, a concientizar y sensibilizar a la comunidad de la gran riqueza ecológica de la zona y aportar desde el punto de vista pedagógico mediante la realización de visitas guiadas, para estudiantes y profesores, quienes podrían incorporar en su modelo educativo algunas actividades relacionadas (Figura 2 y 3).

En el jardín botánico de la UC Temuco se plantaron 27 especies pertenecientes a 15 familias botánicas. Estas especies se distribuyeron en tres zonas claramente definidas: zona costera, zona del valle central y zona andina, representando en cada una de ellas las comunidades vegetales características a la cual pertenecen las especies en la Región de La Araucanía. Las especies presentes en este jardín se identificaron *in situ* mediante un rótulo que incluye nombre científico (en latín), nombre común (en español), la familia botánica a la que pertenece y su fenología, información que el visitante puede complementar en su recorrido con una guía de especies preparada para estos efectos (Figura 4 y 5).

Figura 5. Detalle del formato de la Guía de especies.

PARA SABER MÁS

BOTANIC GARDENS CONSERVATION INTERNATIONAL (BGCI). 2002. Estrategia Global para la Conservación Vegetal. Botanical Garden Conservation International. Islas Canarias, España. 13 pp.

CABALLERO N. 2012. Jardines botánicos: contribución a la conservación vegetal de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Editorial Impresora Apollo, S.A. 183 pp.

OLDFIELD O. 2010. Tending the Global Garden. Science 329: 1274-1277.

SEPÚLVEDA C. 1999. Catastro de iniciativas privadas para la conservación de la biodiversidad en Chile. Ambiente y desarrollo, Serie Documentos de Trabajo N°48, Cipma, Santiago.



