

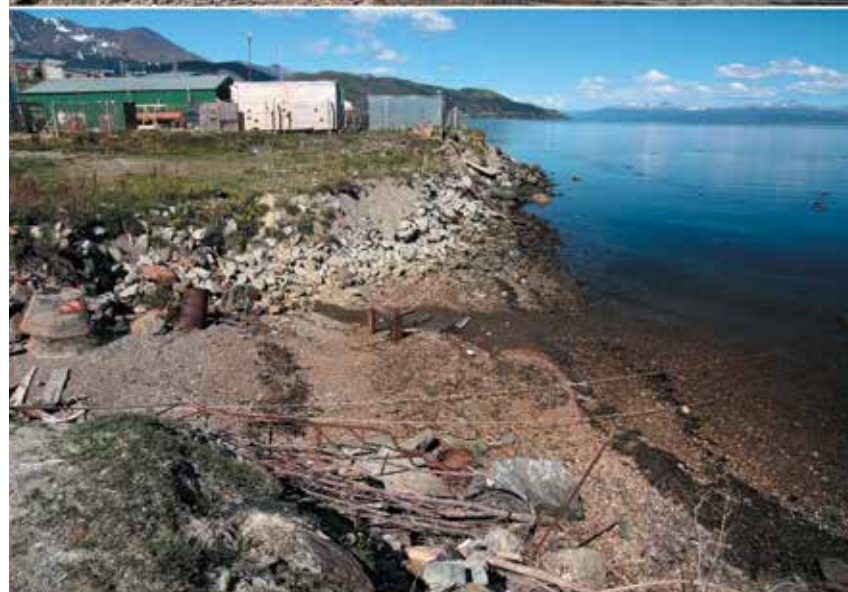


Figura 2: Sitios de muestreo. Arriba: Muelle de combustibles. Medio: Zona industrial. Abajo: Península Ushuaia.

y otoño entre los años 2006 y 2007.

En el laboratorio, a través de distintas técnicas químico-físicas, se obtuvieron los valores de los metales traza contenidos en el sedimento y en los organismos colectados. Con las muestras de agua se obtuvieron distintos **parámetros hidrológicos** (Tabla 1) para caracterizar los sitios muestreados.

¿Qué indicaron las muestras estudiadas?

Por un lado, obtuvimos datos ambientales que permitieron caracterizar los sitios respecto de las condiciones del agua (Tabla 1). Así, observamos que en todos los sitios la salinidad es un poco más baja que lo esperado para zonas costeras, indicando un ingreso de agua dulce proveniente de fuentes naturales como el deshielo, a través de ríos y arroyos y de fuentes urbanas como efluentes pluviales y domésticos. Se observan también altas concentraciones de materia orgánica particulada (MOP) y nutrientes, especialmente en los sitios de península Ushuaia y zona industrial, que podrían estar ingresando al mar por estas vías de agua dulce.

De todos los metales medidos en los sedimentos (microgramos del metal por gramo de sedimento seco: $\mu\text{g/g}$) (Figura 3), el Cu y el Zn estuvieron

(Continúa en página 23)

Guindo

Coigüe de Magallanes

Roble colorado

Shushchi (en lenguaje yagan)

Autores: Dra. Rosina Soler y Dr. Guillermo Martínez Pastur (CADIC-CONICET)

Nombre científico *Nothofagus betuloides*

Familia Fagáceas

Orden Fagales

Clase Dicotiledóneas

Sub-clase Hamamelidae

Foto Portada:

Bosque de guindo con detalle de un individuo de mayor porte.

Descripción y distribución

El guindo (*Nothofagus betuloides*) es una especie de árbol endémica del bosque costero templado lluvioso de Argentina y Chile, y es considerada una de las especies más longevas dentro del género (hay registros de hasta 500 años de edad). Es una especie siempreverde o perenne, es decir que no pierde todas sus hojas en invierno, sino que el recambio se produce gradualmente. El guindo es un árbol frondoso y de gran porte que alcanza hasta 35 m de altura. El tronco es recto, con diámetros que llegan a los 2 m de diámetro y presenta una corteza delgada, gris oscura y ligeramente agrietada longitudinalmente. Las hojas son de forma aovada-elíptica, de 1,0 a 2,5 cm de lar-

go, con márgenes finamente aserrado y de consistencia coriácea. Esta especie habita zonas frías y húmedas, sobre las laderas de montaña, donde las precipitaciones anuales son abundantes (>800-850 mm) y evitando los sectores con temperaturas extremas, e.g. suele crecer cerca de cuerpos de agua o a media ladera en los valles. También es posible encontrarlo a mayores altitudes como árbol pequeño o achaparrado en el límite de la vegetación arbórea. En Argentina, el bosque de guindo se presenta en formaciones puras o mixtas y ocupa una superficie cercana a las 150.000 ha, entre los 48° y 56° LS. En Tierra del Fuego, la composición de sus bosques varía con la dis-



FIGURA 1: Distribución de los bosques mixtos y puros de guindo en el sector argentino de Tierra del Fuego (fuente: Collado, 2001).



FOTO 2: Detalles de las hojas de guindo en verano, otoño e invierno.

tancia a la costa y la altitud. Mayormente, se asocia con la lenga (*N. pumilio*) formando un bosque mixto deciduo-siempreverde denominado Bosque Magallánico Mixto, mientras que en las zonas más lluviosas al sur y oeste se presenta como bosques siempreverdes puros junto al canelo (*Drimyswinteri*) y la leña dura (*Maytenusmagellanica*).

Ciclo de reproducción

El guindo es un árbol dicli-no-monoico, es decir que el mismo árbol posee flores mas-

culinas y femeninas en estructuras separadas, muy pequeñas. Florece entre septiembre y diciembre, observándose floraciones más tardías al aumentar la altitud y latitud. Las flores masculinas son solitarias (0,4 cm), ubicadas en la base de los brotes y las flores femeninas se agrupan de a tres (0,3 cm) en los extremos de los brotes. Estas flores son polinizadas por el viento, y los frutos se forman rápidamente a principios del verano. El fruto está formado por tressemillas (0,3-0,5 cm) cubiertas por una cúpula, de

las cuales dos son semillas tri-aladas y una central bi-alada, siendo dispersadas por el viento entre Marzo y Mayo. Al igual que otros *Nothofagus*, el guindo posee ciclos de alta producción de semillas, pero además la producción varía con el lugar y los años, pudiendo registrarse hasta 10 millones de semillas por hectárea. Las semillas pasan el invierno bajo las hojas y germinan a principios del verano. El guindo es considerado una

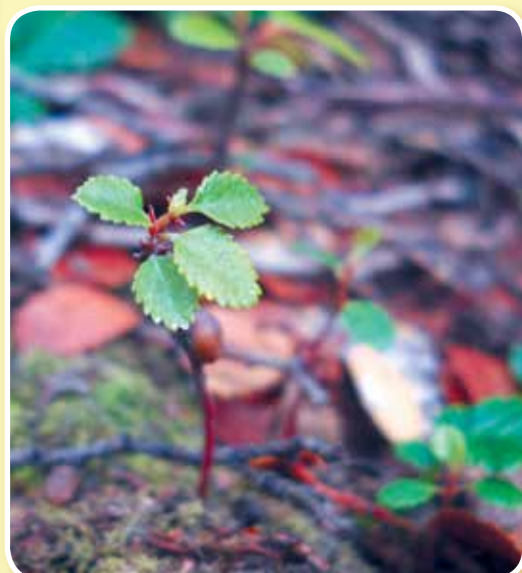


FOTO 3: Flor masculina y plántula de guindo.



FOTO 4: Etapas de la dinámica del bosque de guindo: regeneración, bosque secundario y bosque maduro de guindo.

especie tolerante a la sombra, por eso los nuevos individuos son capaces de persistir por mucho tiempo (50-70 años) creciendo lentamente bajo la sombra de los árboles adultos. Por otra parte, en el límite altitudinal del bosque predomina la reproducción vegetativa (rebrote de raíces), ya que en el bosque achaparrado la presencia de plántulas es muy rara o nula.

Dinámica

El guindo escapaz de germinar en distintas condiciones (a plena luz o bajo un bosque de alta cobertura), pero la mayoría de los estudios lo describen como una especie más tolerante a la sombra. Se estima que bajo condiciones apropiadas del sitio, el establecimiento de la regeneración de guindo puede ser muy abundante (80.000 y 300.000 plantas.ha⁻¹) y en bosques mixtos con lenga, donde la regeneración también es mixta, aproximadamente la mitad de las plántulas son

de guindo. Sin embargo, la cobertura de la regeneración en el piso del bosque no es uniforme, debido a diferencias en los niveles de luz generados por la heterogeneidad de las copas, lo cual influye sobre el establecimiento y crecimiento de la regeneración. En bosques maduros también es frecuente observar plántulas creciendo en diferentes micro-sitios, como sobre troncos caídos, musgos o montículos producidos por las raíces de árboles caídos. Al igual que otros *Nothofagus* de Sudamérica, la dinámica de los bosques de guindo está asociada a disturbios o alteraciones de ocurrencia periódica (tormentas de viento, deslizamientos o avalanchas, etc), donde la caída de un árbol o un grupo de ellos dan lugar a una dinámica de claros. En bosques cercanos a la costa, en condiciones de clima templado, donde el guindo compite con otras especies arbóreas tolerantes a la sombra como el canelo (*Drymiswinteri*), perturbaciones

de gran escala parecen ser importantes para la regeneración de *Nothofagus*. Pero a mayor elevación, donde la riqueza de especies forestales es menor, el guindo es capaz de regenerar después de perturbaciones de pequeña y gran escala. En ciertas condiciones (ej., en campos morrénicos glaciares) el guindo actúa como especie pionera inicial, ya que puede vivir en suelos menos fértiles y más pobres en nitrógeno, y es más resistente a temperaturas frías y vientos fuertes. Luego de varios años, se produce la instalación de otras especies de árboles originando los bosques mixtos.

Usos

Los bosques de guindo han sido utilizados ampliamente por los yaganes, empleándolo para muchos usos, como la construcción de las canoas. A partir de los primeros asentamientos europeos, se intensifica su aprovechamiento, donde gran parte de los bos-

ques costeros fueron intervenidos. En Tierra del Fuego, tanto en Argentina como en Chile, se lo aprovecha junto con la lenga para la industria del aserrado. Las propuestas de manejo incluyen las cortas de protección y las cortas en bosquetes, ambos diseñados para favorecer la regeneración natural del bosque a través de la apertura del dosel superior. Finalmente, cabe destacar que muchos establecimientos agropecuarios realizan cría de ganado en estos bosques desde hace más de 100 años a lo largo de las costas del Canal Beagle.

Potencial manejo silvícola y conservación del bosque

El guindo no es considerada una especie amenazada, ya que la mayor parte de su

distribución se encuentra en hábitat y condiciones de difícil acceso o de bajo interés para la industria maderera. Por otra parte, una gran proporción de bosques de guindo se encuentran dentro de áreas protegidas nacionales y/o provinciales. En Tierra del Fuego, donde existe un alto potencial de uso productivo del guindo, su aprovechamiento ha sido bajo, porque históricamente se ha valorado más la utilización de la lenga. El guindo es una especie con un gran potencial para ser incorporada dentro de un plan de manejo forestal sostenible, ya que presenta excelentes tasas de crecimiento, respondiendo favorablemente a los raleos. Estos tratamientos disminuyen la densidad de individuos, a fin de mejorar las condiciones de crecimiento de los árboles remanentes y la calidad de los fustes



FOTO 5: Raleos experimentales para producción de madera (Ea. Moat).

Bibliografía

- COLLADO L (2001) Los bosques de Tierra del Fuego. Análisis de su estratificación mediante imágenes satelitales para el inventario forestal de la provincia. *Multequina* 10: 01-16.
- CRUZ G, CALDENTEY J. 2007. Caracterización, Silvicultura y Uso de los Bosques de Coihue de Magallanes (*Nothofagus betuloides*) en la XII Región de Chile. CONICYT FONDEF. Santiago, Chile. 126 pp.
- DONOSO C; L STEINKE; A PREMOLI (2006) *Nothofagus antarctica* (G. Forster) Oerst., ñire, ñirre, ñiré, anis (Tierra del Fuego), Ñirre: de Ñgërü (mapudungun): zorro. En: Las Especies arbóreas de los Bosques Templados de Chile y Argentina: Autoecología (C Donoso Zegers, Ed.). Valdivia (Chile), Marisa Cúneo Ediciones. pp. 401-410.
- FRANGI JL; MD BARRERA; J PUIG DE FÁBREGAS; P YAPURA; AM ARAMBARRI; L RICHTER (2004) Ecología de los bosques de Tierra del Fuego. En: Ecología y manejo de bosques nativos de Argentina (MF Arturi; JL Frangi; JF Goya, Eds.). La Plata (Argentina), Editorial Universidad Nacional de La Plata.
- MARTÍNEZ PASTUR G, JORDÁN C, SOLER R, LENCINAS MV, IVANCICH H, KREPS G. 2012. Landscape and microenvironmental conditions influence over regeneration dynamics in old-growth *Nothofagus betuloides* Southern Patagonian forests. *Plant Biosystems* 146: 201-213.
- PROMIS A. 2009. Natural small-scale disturbances and below-canopy solar radiation effects on the regeneration patterns in a *Nothofagus betuloides* forest: A case study from Tierra del Fuego, Chile. PhD thesis, Faculty of Forest and Environmental Sciences. Freiburg, Germany. 186 pp.

(Viene de página 18)

presentes en proporciones similares en los tres sitios, en tanto que el Pb y el Cd presentaron diferencias: en la península Ushuaia se encontraron los valores más altos de Cd (2,07 µg/g) y en el muelle de combustible, los más altos de Pb (41,00 µg/g).

¿Qué origina estas diferencias?

Los metales traza pueden ingresar a los ambientes acuáticos a través de fuentes naturales o antrópicas. Pueden ser resultado de descargas directas en los ríos y ecosistemas marinos o indirectamente a través de **escorrentías**. El sedimento es el depositario final de los metales, cuya distribución depende de factores como la **granulometría** y la movilización del sedimento.

En la zona industrial, las concentraciones de metales pueden estar relacionadas a residuos industriales no tratados, tanto actuales como acumulados de años anteriores, o al **lixiviado** que se produce desde algunos residuos sólidos.

En el muelle de combustible, el Pb encontrado en los sedimentos podría provenir del derrame de combustible depositado en el sedimento años atrás ya que actualmente los combustibles no contienen Pb. Una prueba de esto es que los valores encontrados en este estudio son menores a los registrados en el mismo sitio en trabajos realizados en 1996.

En 1995, Edward Long, experto en la materia, publicó un trabajo en el que define un

En la zona industrial, las concentraciones de metales pueden estar relacionadas a residuos industriales no tratados, tanto actuales como acumulados de años anteriores, o al lixiviado que se produce desde algunos residuos sólidos.

Fecha	Sitios	Tem (°C)	pH	OD (mg/L)	Salinidad ‰	Clor-a (µg/L)	MOP (mg C/L)	Amonio (µmol/L)	Nitrato (µmol/L)	Nitrato (µmol/L)	Fosfato (µmol/L)	Silicato (µmol/L)
Invierno	ZI	5.10	7.76	8.48	30.10	0.09	0.31	5.81	0.40	12.77	4.56	6.27
	MC	4.95	7.69	8.77	30.20	0.02	0.17	0.55	0.36	13.39	1.41	6.84
	PU	4.60	7.78	9.63	30.40	0.07	0.25	0.91	0.27	10.61	1.00	4.01
Primavera	ZI	8.15	8.16	13.90	25.35	0.44	0.26	19.62	0.11	1.61	0.90	5.52
	MC	8.00	7.94	10.99	26.25	0.77	0.85	1.33	1.07	3.66	0.84	2.39
	PU	8.15	8.33	14.43	25.75	0.54	1.03	0.44	0.38	1.43	0.54	2.26
Verano	ZI	8.60	7.78	10.73	24.05	0.20	1.86	3.12	0.26	1.53	0.73	5.26
	MC	8.50	7.69	10.29	24.05	0.38	2.34	1.00	0.24	2.07	0.75	3.84
	PU	9.30	7.64	9.33	19.85	0.18	1.89	141.34	1.26	7.17	14.40	20.90
Otoño	ZI	6.40	7.66	9.86	22.30	0.23	0.90	2.41	0.51	6.35	2.45	21.98
	MC	6.15	7.6	9.66	23.00	0.29	1.44	1.80	0.32	2.95	1.01	5.59
	PU	6.65	7.65	10.22	20.85	0.11	3.06	112.12	0.96	7.51	10.75	16.58

Tabla 1: Parámetros hidrológicos.