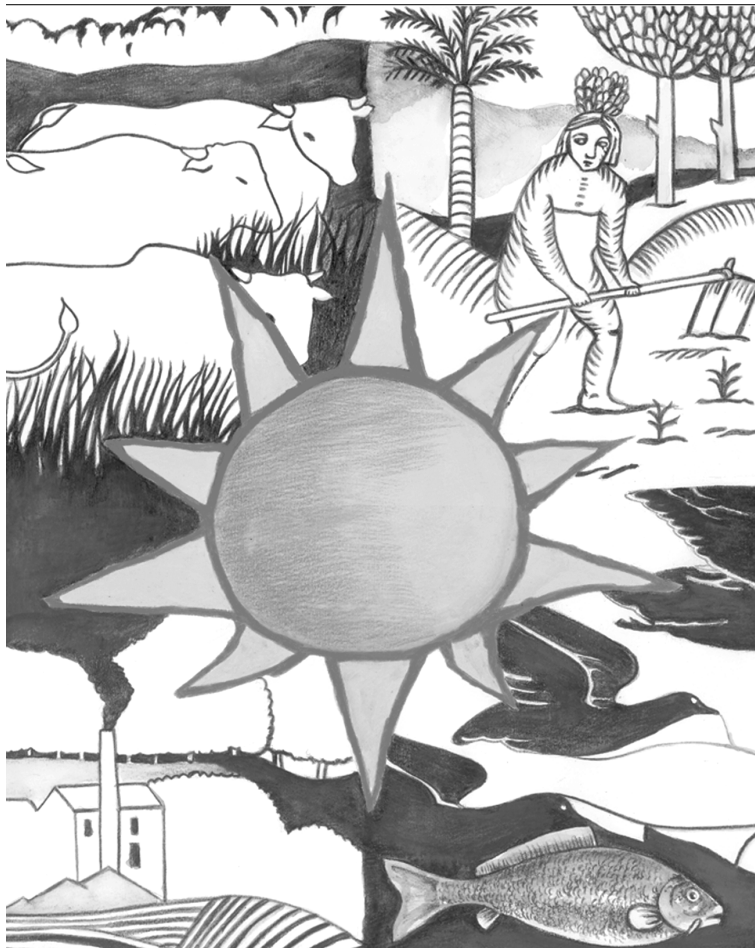


**LA DENDROCRONOLOGÍA COMO HERRAMIENTA EN LA
CONSERVACIÓN DE ESPECIES ARBÓREAS EN PELIGRO EN CHILE**

Dendrochronology and its role in the conservation of endangered tree species in Chile.

Alexia Wolodarsky-Franke & Antonio Lara



Instituto de Silvicultura, Facultad de Cs. Forestales, Universidad Austral de Chile. Casilla 567, Valdivia. Correo electrónico: alexiawolodarsky@uach.cl

RESUMEN

Las técnicas dendrocronológicas han demostrado ser una herramienta efectiva en la investigación de la corta ilegal de especies en peligro, tal como el Alerce (*Fitzroya cupressoides*, (Molina) Johnston). El cofechado exacto de la fecha de muerte o corta provee una sólida evidencia en los casos de fiscalización, y en la defensa de la protección especies amenazadas. Se presentan algunos ejemplos que ilustran la aplicación de ésta técnica y sus dificultades potenciales.

Palabras clave: corta ilegal, fiscalización, especies en peligro, dendrocronología, cofechado.

ABSTRACT

Dendrochronological techniques have proved to be an effective tool in the investigation of illegal cutting of endangered species, such as Alerce (*Fitzroya cupressoides*, (Molina) Johnston). Accurate cross-dating of death or burn dates provides strong evidence for prosecution in the legal enforcement of the ban and an important defense in the protection of endangered species. Some examples illustrate the application of these dating techniques and discuss potential difficulties.

Keywords: illegal cutting, law enforcement, endangered species, cross-dating, dendrochronology

INTRODUCCIÓN

La dendrocronología es la disciplina que estudia la reconstrucción de eventos climáticos, volcánicos, arqueológicos y procesos ambientales, entre otras cosas, a partir de los anillos de crecimiento de los árboles. El cofechado (cross-dating) es la herramienta básica de la dendrocronología. Consiste en comparar las variaciones de los anchos de los anillos de muestras de distintos árboles vivos y muertos, lo que permite identificar el año exacto en el cual cada anillo fue formado (Fritts 1976). Es así como esta disciplina puede generar registros de anchos de anillos con una precisión anual, continua en el tiempo, y que puede llegar a extenderse por miles de años.

METODOLOGÍA

La dendrocronología ha sido utilizada como una herramienta muy efectiva desde 1989, para determinar la fecha de corta o muerte de individuos de alerce y otras especies protegidas (Lara & Cortés 1991, Lara & Aravena 1992). En muchos casos no sólo se puede determinar el año de corta, sino también la estación del año (invierno o verano) en que murió. Para determinar la fecha de muerte de un árbol, se sacan tarugos de incremento y/o cuñas del tocón o tronco caído, tratando de incluir la albura y corteza que puedan estar presentes (Fig. 1). Esto es fundamental para poder determinar el año exacto de corta o muerte del árbol. Además se sacan tarugos de incremento de árboles vivos cercanos para poder construir una cronología de anchos de anillo que sirva de referencia para poder comparar los patrones de crecimiento y así fechar las muestras provenientes de los árboles muertos.

En general, el fechado de las muestras para determinar si un árbol fue cortado en forma ilegal o no ha sido bastante exitoso. La Tabla

1 resume los resultados de varios estudios llevados a cabo en el Laboratorio de Dendrocronología de la Universidad Austral de Chile, en donde se aplica esta técnica desde 1992.



FIGURA 1. TOCÓN DE ALERCE EN LA CORDILLERA DE LA COSTA QUE FUE CORTADO ILEGALMENTE SÓLO UNA SEMANA ANTES DE TOMAR LA FOTOGRAFÍA, EL 2 DE ENERO DE 2002. (Fotografía de Carlos Poblete).

This Fitzroya stump in the Coastal Range was illegally cut just a few weeks before the photo was taken on January 30th 2002. (Photo by Carlos Poblete).

El éxito del fechado de las muestras puede oscilar entre 0% a 100%, dependiendo de varios factores de sitio y de la condición del tocón o árbol muestreado. Los principales problemas que dificultan la tarea de fechado, y a veces la hacen imposible de realizar es la presencia de grupos anillos de crecimiento extremadamente angostos (microanillos) y a sectores de las muestras con un alto porcentaje de anillos ausentes. Las muestras que no cofechan normalmente provienen de árboles cuyo crecimiento ha estado influenciado por condiciones locales como, por ejemplo, fue-

go, floreo, perturbaciones endógenas, y no en respuesta a una señal climática regional común para un conjunto de árboles (Lara & Villalba 1994, Lara et al. 2000). Además, en el caso del fechado de cortas ilegales, otra dificultad que se debe enfrentar es el daño o remoción del tejido vivo o albura, ya sea por

putrición o en forma intencional por parte de los trabajadores. Cuando el tejido vivo externo está dañado, ausente o sus anillos no pudieron ser medidos por ser demasiado angostos, sólo se puede proporcionar una edad mínima de muerte o corta, es decir, que el árbol murió o fue cortado con posterioridad a una

Año y autor del estudio	Fechas de cortas ilegales*	% de muestras que cofecharon		Resultado Legal
		Rango	Promedio	
2000, Vergara et al.	Abril 1993-Septiembre 1993 Abril 1999-Septiembre 1999	16,18		Caso en progreso
1999, Lobos et al.	Octubre 1987-Marzo 1988 Abril 1998-Septiembre 1998	100		Sin información
1998, Díaz et al.	Abril 1985-Sept. 1986 Octubre 1997-March 1998	0 – 63	29,3	Sin información
1997, Díaz et al.	Octubre 1982-Marzo 1983 Octubre 1996-Marzo 1997	8-67	32,7	Sin información
1996, Ramírez	Octubre 1979-Marzo 1980 Octubre 1990-Marzo 1991	33,3		Sobreseído
1996, Lara y Wolodarsky	Octubre 1983-Marzo 1984 April 1987-Septiembre 1987	52,3		Multa, productos de alerce confiscados
1994 – 1995, Leal y Ramírez	Octubre 1990-Marzo 1991 Abril 1994-Septiembre 1994	7-37	19,6	Sin información
1992, Lara y Aravena	Octubre 1988-Marzo 1989 Octubre 1990-Marzo 1991	66,7		Sobreseído

TABLA 1. ESTUDIOS REALIZADOS POR EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE PARA MONITOREAR Y DETERMINAR CORTA ILEGAL DE *Fitzroya cupressoides* DURANTE EL PERÍODO 1992-2000 EN LA X REGIÓN DE CHILE. *Se dan sólo las fechas de las cortas más antiguas y más recientes de todo el set de muestras que se co-fecharon.

Studies performed at the Dendrochronology Laboratory of the Universidad Austral de Chile to detect illegal cutting of *Fitzroya cupressoides* during the period 1992-2000 in the Xth Region, Chile.

fecha determinada. Según nuestros estudios, la mayoría de las cortas ilegales de Alerce ocurren principalmente durante el invierno, cuando las adversas condiciones climáticas dificultan y/o impiden el monitoreo y fiscalización por parte de los funcionarios de CONAF.

La dendrocronología y el Alerce: estudio de casos

El Alerce es una conífera endémica que puede vivir por más de 3600 años (Lara & Villalba 1993), lo que la convierte en la segunda especie más longeva del planeta, luego de *Pinus*

longaeva que crece en el sur-oeste de Estados Unidos. Ha sido intensamente explotado durante más de cuatro siglos, debido a su belleza y durabilidad, reduciendo su distribución original de 617.077 ha en 1550 a 264.993 ha en 1997 (Lara et al. 1999, Fig. 2). Dada la alta tasa de destrucción de los bosques de Alerce, era necesario brindarle protección legal.

En 1976 el Alerce fue declarado Monumento Nacional a través del Decreto Supremo 490, en el cual se prohíbe su corta en Chile. Sin embargo, el artículo 5º del DS 490 permite la corta y utilización de madera “muerta” de Alerce, es decir, individuos que murieron antes de 1976, ya sea por incendios, corta o que se en-

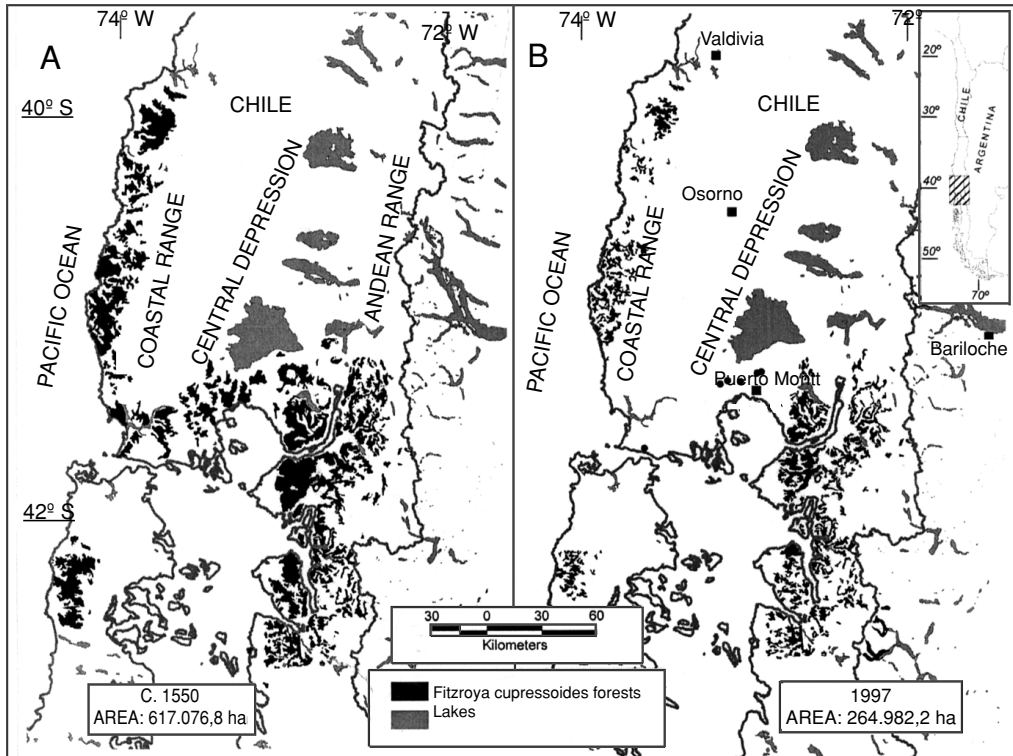


FIGURA 2. DISTRIBUCIÓN ORIGINAL DE *Fitzroya cupressoides* ALREDEDOR DE 1550 Y SU DISTRIBUCIÓN ACTUAL (adaptado de Lara et al. 1999).

Original distribution of *Fitzroya cupressoides* forests around 1550 and its present distribution (adapted from Lara et al. 1999).

cuentren enterrados en los bosques (Lara et al. 2003). Esto ha estimulado la corta ilegal y los incendios intencionales de los bosques de Alerce para generar “madera muerta” que puede ser utilizada y vendida “legalmente”. Además de la “protección” que se le brindó a nivel nacional, en 1973 *Fitzroya* fue incluida en el Apéndice I del CITES (Convención Sobre el Tratado Internacional de Especies Amenazadas), prohibiéndose su comercio internacional. Chile se convirtió en miembro de la Convención en 1975. A pesar de esta protección internacional, la madera de Alerce aún continúa siendo exportada. Las exportaciones legales corresponden a madera muerta de alerce que propietarios declararon tener en stock en 1975 cuando Chile se unió a la Convención, y se la conoce como madera “pre-CITES”. De esta forma, los incendios antrópicos son otra importante amenaza para los bosques de alerce, que afectan miles de hectáreas. En el verano de 1997 – 98, se quemaron 9.477 ha de estos bosques en la Cordillera de la Costa (Lara et al. 2003).

A pesar de la continua explotación de los bosques de alerce, sólo 47.400 (18%) de las 264.993 ha de bosques de Alerce en Chile se encuentran protegidas en Parques Nacionales y Reservas. El 82% restante se encuentra principalmente en propiedades privadas (Reyes & Lobos 2000). En el caso especial de la Cordillera de la Costa, que es el área más afectada por fuegos y cortas ilegales, sólo 2,6% de los bosques de Alerce se encuentran protegidos en una sola Reserva Nacional.

La Corporación Nacional Forestal (CONAF) está encargada de la protección de los bosques nativos de Chile, pero cuenta con insuficientes recursos financieros y humanos para poder realizar una fiscalización eficiente (Lara 2000, Lara et al. 2003, Poblete 2003). En terreno, el personal de CONAF muchas veces no puede diferenciar entre madera cortada en forma legal e ilegal, pues a las basas

se les corta generalmente la albura externa y la corteza para no dejar evidencias. Para resolver estas dificultades se adoptaron técnicas dendrocronológicas para determinar el año y estación de corta o muerte de los individuos de Alerce.

En el Laboratorio de Dendrocronología de la Universidad Austral de Chile, hemos estado continuamente trabajando en el monitoreo y fechado de cortas ilegales de Alerce desde 1992. Además hemos participado en varios casos legales para determinar científicamente la fecha de corta de árboles de Alerce. En 1996 se nos solicitó evaluar un caso de corta ilegal de Alerce en un predio en el Lago Chapo, Cordillera de los Andes (Lara & Wolodarsky-Franke 1996). Se colectaron 62 muestras de 21 tocones y trozas “sospechosas”, además de tarugos de incremento de árboles vivos para desarrollar una cronología de referencia. Pudimos determinar el año y estación de corta de 11 de los 21 tocones o trozas muestreadas (52% de éxito). Todos habían sido cortados después de 1976, principalmente durante el invierno de 1987. En este caso la propietaria del predio fue multada por la corta ilegal de Alerce en \$40 millones, y se confiscaron los productos de Alerce. Lamentablemente, y debido a una debilidad en la legislación, se le permitió reemplazar el pago de la multa por un confinamiento de 15 días en la cárcel, que fue conmutado por 30 días en el Hospital de Puerto Montt ante la presentación de un certificado médico por parte de la imputada.

El segundo ejemplo se relaciona con un incendio devastador que tuvo lugar en Febrero 1998 en un fundo en la comuna de Fresia, X Región. Este incendio intencional destruyó 2.339 ha de bosques de Alerce, representando un 76% del área total quemada (Neira & Díaz 1998). En este caso, el Consejo de Defensa del Estado (CDE) inició una acción legal contra el dueño del fundo por la intencionalidad del incendio. El CDE solicitó al Laboratorio

de Dendrocronología de la UACH que determinara las fechas de incendio y corta de los alerces (Vergara et al. 2000). El análisis de las muestras tomadas de los árboles muertos en pie quemados y tocones indicaron que el último anillo correspondía al año 1997, y al estar incompleto (en pleno crecimiento) se determinó que los árboles murieron entre Octubre 1997 y Marzo 1998, fechas que coinciden plenamente con la ocurrencia del incendio. Sin embargo también se fecharon árboles que habían sido cortados entre 1992 y 1998, lo que evidencia la tala de individuos vivos de Alerce tanto antes como después del incendio. El fallo de este caso se encuentra pendiente.

En la Figura 3 se muestra el resultado de 83 casos legales relacionados a la corta ilegal de Alerces vivos, llevados ante los tribunales

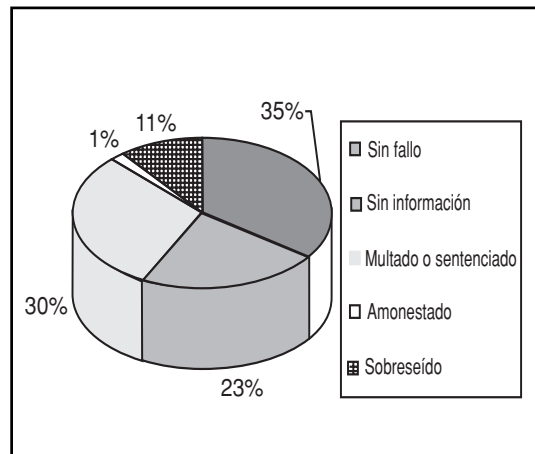


FIGURA 3. RESOLUCIÓN DE LAS 83 DENUNCIAS DE CORTA ILEGAL DE ALERCE VIVO PRESENTADOS POR CONAF PARA EL PERÍODO 1990-2001 EN LA X REGIÓN (Fuente: Poblete (2003) basado en datos provistos por CONAF).

Resolution of the 83 legal cases of illegal cutting of living *Fitzroya cupressoides* trees presented by CONAF (National Forest Corporation) for the period 1990 – 2001, in the Xth Region, Chile. (Source: Poblete (2003) based on data provided by CONAF).

por CONAF durante el período 1990-2001. Menos de la mitad de los casos (42%) han sido adjudicados al Juzgado de Policía Local, de los cuales 11% fueron sobreseídos y 30% multados o sentenciados. El 58% restante de los casos se encuentra sin resolver (35%) o no se cuenta con información (23%) (Poblete 2003).

CONCLUSIONES

Para la mayoría de los dendrocronólogos, el cofechado es la herramienta básica para desarrollar estudios científicos de reconstrucción climática y caudales, fechado de eventos volcánicos e incendios, entre otras cosas, pero en otros ámbitos, esta técnica es una forma efectiva de monitorear la corta ilegal de especies protegidas, lo que la ha convertido en una herramienta muy útil, rápida y precisa para la fiscalización en Chile. Además es reconocida como una prueba objetiva y concluyente en casos legales. Lamentablemente, estos esfuerzos son insuficientes para frenar las actividades de corta ilegal, ya que se necesita desarrollar políticas y destinar recursos económicos adecuados para proteger a las especies amenazadas. Es muy importante que tanto las autoridades como los ciudadanos Chilenos sean conscientes del enorme valor cultural, histórico, científico y estético del Alerce, Araucaria, Ciprés de las Guaitecas y todas las otras especies Raras, Vulnerables y En Peligro que conforman los bosques nativos de Chile.

Son muchas las necesidades y desafíos que se deben enfrentar para evitar que se sigan destruyendo estos bosques. Se deberían desarrollar usos alternativos, tal como el manejo y utilización de otras especies arbóreas para obtener madera, reconocer el valor económico de los productos no maderables (hongos, plantas medicinales, frutos, etc.), el ecoturismo y la restauración ecológica. Las comunidades locales deberían estar involucradas en estas ac-

tividades, subsidiadas y apoyadas por el Gobierno a través de incentivos económicos, capacitación, acceso a fuentes de financiamiento internacionales, entre otras. Además se deberían establecer nuevas áreas protegidas, principalmente en la zona de la Cordillera de la Costa y la Depresión Central. Mayores recursos deberían destinarse al monitoreo y fiscalización nacional e internacional del Alerce y otras especies en peligro. Sin embargo, el mayor desafío radica en la modificación de las leyes que protegen a estas especies, ya sea restringiendo o eliminando aquellos puntos que permiten el uso y la comercialización nacional e internacional de la madera muerta de Alerce. Esto debe complementarse con asistencia y apoyo a los propietarios que dependen económicamente de este recurso para que desarrollen otros tipos de manejo y usos alternativos del suelo para mantener este recurso.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la WWF por el continuo apoyo brindado en la conservación y monitoreo de corta ilegal de Alerce desde 1987, a través de numerosos proyectos. Agradecemos la generosidad de Carlos Poblete por la foto de la Figura 1, y a Eduardo Neira por su ayuda en adaptar la Figura 2.

LITERATURA CITADA

- FRITTS HC (1976) Tree-rings and Climate. Academic Press Inc. Londres. 565 pp.
- LARAA (2000) Importancia científica, protección legal y uso destructivo de los bosques de alerce (*Fitzroya cupressoides*): una contradicción que debe resolverse. Bosque Nativo 27: 3-13.
- LARA A & M CORTÉS (1991) A strategy for the conservation of Alerce (*Fitzroya cupressoides*) forests in Chile. Final Report. Project WWF N° 60445.
- LARA A & JC ARAVENA (1992) Entrenamiento y desarrollo de métodos para mejorar el control de la protección legal a los bosques de Alerce (*Fitzroya cupressoides*) en Chile. Informe Final Proyecto WWF – US.
- LARA A & R VILLALBA (1993) A 3620-year temperature record from *Fitzroya cupressoides* tree rings in Southern South America. Science, 260: 1104-1106.
- LARA A & R VILLALBA (1994) Potencialidad de *Fitzroya cupressoides* para reconstrucciones climáticas durante el Holoceno en Chile y Argentina. Revista Chilena de Historia Natural, 67: 443- 451.
- LARA A & A WOLODARSKY-FRANKE (1996) Informe sobre el fechado de tarugos y rodelas de *Fitzroya cupressoides* en el predio de la Sra. M. Schumacher, cercano al Lago Chapo. Informe Final Proyecto WWF N° QA 28: Desarrollo de alternativas de manejo y conservación para los bosques nativos de Chile Sud-Central.
- LARA A, P RUTHERFORD, ME SOLARI, O THIERS & R TRECAMAN (1999) Cobertura de la vegetación original de la ecoregión de los bosques valdivianos en Chile hacia 1550. Informe Técnico Proyecto WWF N° FB 49: Preparation of a Bi-National Vegetation Map of the Valdivian Eco Region – Chilean Portion. 32 pp.
- LARA A, R VILLALBA, JC ARAVENA, A WOLODARSKY-FRANKE, & E NEIRA (2000) Desarrollo de una red de cronologías de *Fitzroya cupressoides* (Alerce) para Chile y Argentina. En Roig FA (Comp.), Dendrocronología en América Latina, EDIUNC, Mendoza: 217- 244.
- LARAA, MF GARDNER & R VERGARA (2003) The use and conservation of *Fitzroya cupressoides* (Alerce) Forests in Chile. Acta Horticulturae, 615: 381-385.
- NEIRA E & S DÍAZ (1998) Superficie afectada por incendios en bosques de alerce y siempreverde en el año 1998 para el fundo Esperanza Norte y Sur Lote A, Cordillera de la Costa, Llanquihue. Informe Técnico. Universidad Austral de Chile – WWF.
- POBLETE C (2003) Análisis del régimen de protección en Chile de la especie alerce (*Fitzroya cupressoides* (Mol.) Johnston) y propuestas de

alternativas de perfeccionamiento normativo y de estrategias de conservación. Tesis de Magister. Universidad Internacional de Andalucía, España. 136 pp.

REYES R & MLOBOS (2000) Estado de conservación del Tipo Forestal Alerce (*Fitzroya cupressoides*): amenazas y oportunidades. Bosque Nativo 27: 14 -25.

VERGARA C, R REYES, E CUQ & A LARA (2000) Peritaje dendrocronológico en el Fundo Esperanza Norte y Sur Lote A, Cordillera de la Costa, Provincia de Llanquihue, X Región. Informe preparado para el Consejo de Defensa del Estado. Instituto de Silvicultura, Universidad Austral de Chile.