



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales

**Evaluación de crecimiento de siete familias de
Larix decidua en Valdivia.**

Patrocinante: Sr. Fernando Droppelmann F.

Trabajo de Titulación presentado
Como parte de los requisitos para optar
al Título de **Ingeniero Forestal.**

DAMARIS PAULA VELOSO ANTIÑANCO

VALDIVIA
2006

CALIFICACIÓN DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

		Nota
Patrocinante:	Sr. Fernando Droppelmann F.	_____
Informante:	Sr. Víctor Gerding S.	_____
Informante:	Sr. Oscar Thiers E.	_____

El Patrocinante acredita que el presente Trabajo de Titulación cumple con los requisitos de contenido y de forma contemplados en el reglamento de Titulación de la Escuela. Del mismo modo, acredita que en el presente documento han sido consideradas las sugerencias y modificaciones propuestas por los demás integrantes del Comité de Titulación.

Sr. Fernando Droppelmann F.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios por darme la fortaleza para obtener este logro. A mis padres por su ayuda y comprensión durante todo este tiempo y por cuidar a mi hija con tanto amor. Agradezco a mis hermanas Lore y Pila por sus acertados consejos y su constante cariño, también a mis sobrinos Pauli, Lucas y Florencia los amo mucho. A mis abuelos que sin saberlo fueron un gran aporte para llegar hasta aquí.

Agradezco en especial a Sofi, eres la personita mas importante y la que me da fuerza cada día, tu has estado mas presente que cualquiera en mi corazón Te amo.

A mis profesores Fernando Droppelmann, Victor Gerding y Oscar Thiers, por su gran paciencia, buena disposición y ayuda durante el desarrollo de este trabajo.

A Don Felipe Leiva por su excelente disposición para acompañarme a terreno.

A la profe Erica por su buena onda y comprensión en los momentos de flaqueza durante este trabajo.

A todas las personas del taller de tecnología por su ayuda con las muestras. A la profe Alicia Fernández por prestarme sus libros y guiarme con sus conocimientos.

A mis compañeros y amigos que me han brindado su ayuda desinteresada, en especial a Ale Espina (gran valor), Eveling, Vicky, Jaime, Gómez, José, Marco, si alguno se me escapa en este momento no se enojen... no los olvidare.

A mi pequeña nueva familia, Cristian y Sofi son un sueño para mi, los amo y han sido de gran ayuda todo este tiempo.

A Dios

A mis padres y hermanas

A mi hija Sofía

ÍNDICE DE MATERIAS

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1 Antecedentes generales de la especie	2
2.1.1 Distribución natural	2
2.1.2 Clima y suelo	3
2.1.3 Principales agentes de daño	3
2.2 Características morfológicas y crecimiento	4
2.3 Usos	5
2.4 Análisis fustal	6
3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	7
3.1 Descripción del área de estudio	7
3.2 Descripción del ensayo	7
3.3 Método de muestreo	8
3.3.1 Medición del ensayo	8
3.3.2 Depuración de la base de datos	9
3.3.3 Selección de árboles para análisis fustal	9
3.3.4 Medición de las rodelas	11
3.4 Análisis de los datos	11
3.4.1 Análisis de crecimiento	11
3.4.2 Ranking familiar	11
3.4.3 Análisis estadístico	11
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
4.1 Análisis de crecimiento	13
4.1.1 Análisis de crecimiento para el individuo equivalente a los 300 árboles/ha mayores	13
4.1.2 Análisis de crecimiento en diámetro de tres individuos de las clases diamétricas inferiores.	15
4.1.3 Análisis fustal para el individuo equivalente a los 300 árboles/ha mayores	17
4.2 <i>Ranking</i> familiar	19
4.2.1 Análisis descriptivo a nivel de ensayo	19
4.2.2 Análisis familiar	20
5. CONCLUSIONES	23

6.	BIBLIOGRAFÍA	24
	ANEXOS	26
	RESUMEN EJECUTIVO	
1	Abstract and KeyWords	
2	Pauta Técnica N° 6.2 (CMGF, 2001)	
3	Individuos muestreados por familia para el ensayo	
4	Valores dasométricos de los árboles mayores seleccionados	
5	Valores medios y coeficientes de variación para las variables de interés a nivel familiar	
6	Análisis de varianza	

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Altura media (m), Incremento medio anual (m ³ scc/ha) de <i>Larix decidua</i> en Alemania (Ackerknecht, 1972)	4
Cuadro 2. Altura total promedio (cm), diámetro de cuello promedio (mm) y supervivencia, para cada predio (Morales <i>et al.</i> , 1998)	5
Cuadro 3. Precipitación anual, período 1975-2001, Valdivia	7
Cuadro 4. Individuos seleccionados para el análisis de crecimiento	10
Cuadro 5. Individuos seleccionados para el análisis de crecimiento	10
Cuadro 6. Valores descriptivos del ensayo	19
Cuadro 7. <i>Ranking</i> familiar para las variables evaluadas	22

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Distribución natural de la especie <i>L. decidua</i> (Shütt <i>et al.</i> , 2002)	2
Figura 2. Diseño del ensayo de siete familias de <i>Larix decidua</i> , e individuos seleccionados para el análisis de crecimiento	8
Figura 3. Incremento acumulado para el volumen (a) y DAP (b)	13
Figura 4. Incrementos medios anuales (IMA) y corrientes (ICA) para el volumen (a) y DAP (b)	14
Figura 5. Incremento acumulado en DAP	15
Figura 6. Desarrollo de los incrementos corrientes anuales en diámetro	16
Figura 7. Crecimientos corrientes anuales para el DAP	17
Figura 8. Análisis fustal para el individuo equivalente a los 300 árboles/ha de mayor DAP	18
Figura 9. Valores medios y variación por familia para el Volumen (a), DAP (b), Rectitud (c) y Calidad de ramas (d) y las letras sobre las líneas identifican los grupos homogéneos	19

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo consistió en la evaluación del comportamiento en crecimiento y calidad de siete familias de *Larix decidua* Miller en condiciones de sitio de Valdivia, en un ensayo de adaptabilidad establecido el año 1975 en el predio San Germán, ubicado a 15 km de la ciudad de Valdivia, constituido por siete familias de medios hermanos, cuya semilla fue obtenida de un huerto semillero de clones de Alemania.

Los objetivos específicos planteados fueron los siguientes: Analizar el crecimiento corriente anual del equivalente a los 300 individuos mayores por hectárea, analizar el ritmo de crecimiento en diámetro de tres individuos pertenecientes a las clases diamétricas inferiores del ensayo y establecer *rankings* familiares en función del volumen y características de calidad.

Las familias están distribuidas al azar en siete bloques en hileras de 10 plantas, siendo variable el número de repeticiones dentro del bloque, de acuerdo al número disponible de plantas de cada familia.

El ensayo se midió con la Pauta técnica 6.2 de la Cooperativa de mejoramiento genético (CMGF) registrándose las variables: sobrevivencia, diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total (ALT), rectitud (Rec), bifurcación (Bif), quebradura (Qbr), calidad de ramas (CalRam) y peste.

Las variables se sometieron a un análisis de varianza y determinación de proporciones para localizar diferencias significativas entre las familias y elaborar un ranking volumétrico familiar, para las variables DAP, ALT, VOL, Rec y CalRam.

Los resultados de mayor importancia del trabajo fueron: Existen diferencias significativas entre familias, en casi todas las variables exceptuando la altura total.

Del análisis de crecimiento para los 300 árboles/ha mayores se observa el mayor crecimiento corriente anual en volumen expresado en m³ se encuentra al año 13 y que se alcanza un crecimiento aculado de 0,78 m³

Se identificó un menor número de anillos de crecimiento en los individuos de menor tamaño a una altura de 1.3 m comparado con los individuos mayores, lo que se puede atribuir al menor crecimiento que presentaron estos individuos y además al largo período de supresión vivido por estos árboles.

Palabras clave: *Larix decidua*, crecimiento, adaptabilidad, análisis fustal.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo forestal en Chile está basado principalmente en plantaciones con especies introducidas de rápido crecimiento, tales como *Pinus radiata* D. Don y *Eucalyptus spp.* Sobre éstas se han desarrollado fundamentalmente programas de mejoramiento genético y métodos silviculturales destinados a mejorar el crecimiento y la calidad de la madera.

Además cuando se desea obtener buenos resultados con especies introducidas, en un país al cual entran con la denominación de especies exóticas, es necesario probar la factibilidad de desarrollo de todo el potencial genético y productivo de la especie, dependiendo del uso que se le desea dar. Para lograr dichos objetivos, una parte esencial es la elección de la especie a introducir, para que se adapte en la mejor forma posible al nuevo hábitat al cual será enfrentada (Zobel y Talbert, 1992).

En Chile *Larix decidua* Miller es una de las especies probadas, lo cual se ha realizado bajo un concepto de diversificación y búsqueda de opciones para sitios específicos, nuevos mercados o simplemente disponer de alternativas frente a problemas que pudieran generarse con las principales especies con que se trabaja en el país.

Larix decidua es considerada una especie de rápido crecimiento entre las coníferas después del género *Pinus*, además estudios han demostrado que se adapta a la zona patagónica, donde a alcanzado 38 m de altura a los 59 años, creciendo bajo 1.200 mm de precipitación (Godoy, 2002).

Esta especie se ofrece como una interesante alternativa de diversificación, debido a que las cualidades de su madera son reconocidas a nivel internacional, pese a ello no existe una adecuada información del crecimiento y rendimiento de esta especie en Chile, lo cual constituye un vacío que debe ser cubierto con la información pertinente. Con esta finalidad, en el área de genética de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Austral, de Chile se han establecido una serie de estudios entre los cuales se encuentra, desde 1975, un ensayo de medios hermanos de *L. decidua*.

El presente trabajo de titulación tiene por objetivo general evaluar el comportamiento en crecimiento y calidad de las siete familias de *L. decidua* que constituyen el ensayo. Los objetivos específicos planteados para este trabajo son los siguientes:

- Analizar el crecimiento corriente anual del equivalente a los 300 individuos mayores por hectárea.
- Analizar el ritmo de crecimiento en diámetro de tres individuos pertenecientes a las clases diamétricas inferiores del ensayo.
- Establecer *rankings* familiares en función del volumen y características de calidad.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes generales de la especie

La especie *Larix decidua* pertenece a la familia *Pinaceae*, también es conocida como *Larix europaea* DC y *Europeau larch*, su nombre común es alerce o alerce europeo. Sus acículas son caducas, de un tamaño de 15 - 35 mm de longitud y de color verde claro. Las semillas son ovales de color castaño oscuro, siendo su máxima producción entre los 40 y 60 años, con un óptimo a los 50 años (Shütt *et al.*, 2002). El número de semillas limpias varía entre 97.000 y 367.000, con promedios de 169.000/kg (Ackerknecht, 1972).

2.1.1 Distribución natural

En la figura 1 se observa la distribución natural de la especie en Europa central, en las montañas Bohemias y Cárpatos a 1.000 - 1.800 ms.n.m. (Carnevale, 1955), además alcanza lugares como Asia, encontrándose en el sur y centro de Polonia (Shütt *et al.*, 2002).

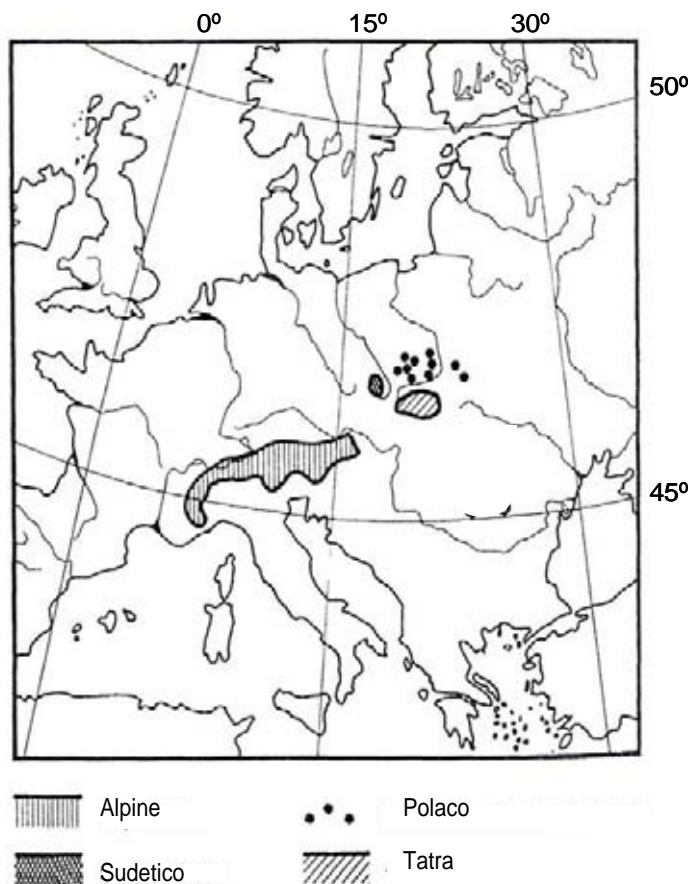


Figura 1. Distribución natural de la especie *L. decidua* (Shütt *et al.*, 2002).

Según Ackerknecht (1972), en su distribución natural se encuentra en forma discontinua y debido a ello se ha dividido en cuatro grupos:

a) Alpino: se extiende desde el sur-este de Francia, sobre los Alpes centrales hasta el oeste de Viena. Dentro de estos límites el rango de elevaciones fluctúa entre los 275 y los 2.400 m, encontrándose su mejor desarrollo entre los 1.300 y 1.400 m. Algunos lugares pueden estar despoblados, como en el caso de laderas de montañas expuestas a los vientos predominantes, mientras que los lados opuestos a los vientos pueden estar totalmente cubiertos de la especie.

b) Sudético: se encuentra en las laderas este de las montañas Altvater, en la frontera con República Checa y Polonia, distribuyéndose entre los 290 y 700 m de altura. El clima de esta región es de transición, entre el continental de Los Alpes y el marítimo del noroeste de Alemania.

c) Polaco: originalmente se distribuyó en el sureste de Polonia, pero ahora ha sido reducido a unas pocas áreas en la región de Lysa Gora y sus elevaciones fluctúan entre los 130 y 550 m de altura. Esta región se caracteriza por un clima templado continental.

d) Tatra: ocupa sitios en las montañas altas y bajas de la Tatra, al este de República Checa hasta el sur de Polonia y se encuentra principalmente entre los 550 y los 1.200 m de altitud.

2.1.2 Clima y suelo

Debido a su amplia y discontinua distribución, *L. decidua* se encuentra en una gran variedad de climas que van desde el continental extremo hasta el templado marítimo, pero prevalece, en general, una marcada tendencia a las condiciones continentales. Al parecer *L. decidua* no requiere una alta temperatura en verano para un buen crecimiento y soporta temperaturas muy bajas en invierno (Ackerknecht, 1972).

La especie crece en las zonas altas, especialmente en lugares protegidos. En suelos livianos y franco arcillosos, como en turberas profundas y en suelos con una capa impermeable crece favorablemente, no así en arenas secas, suelos con una capa gruesa de arcilla y suelos altamente calcáreos (Carnevale, 1955).

Según Shütt *et al.* (2002), sus requerimientos en cuanto a elementos nutritivos son bajos, pero prefiere suelos profundos con una alta capacidad de agua aprovechable, por lo cual no presenta buen desarrollo en suelos arenosos. Soporta todas las texturas de suelos y pH desde ligeramente alcalino a ácido.

Respecto del suelo Einspahr (1984) señala que *L. decidua* crece mejor en suelos uniformemente húmedos, profundos y fértiles, no así suelos pobres o sitios con exceso de humedad, tolerando un pH que va de 4.0 y 5.0 hasta 7.8 en Los Alpes centrales con elevaciones máximas que van de 6,500 a 8,000 pies (1,981-2,438 m).

2.1.3 Principales agentes de daño

Principalmente causan daño a esta especie insectos desfoliadores y chupadores de savia. Entre los insectos desfoliadores pueden mencionarse: *Pristiphora erichsoni*, *Anoplonyx destructor* y *Cephaleia alpina* y dentro de los chupadores de savia se encuentran *Adelges spp.* y *Argyresthia spp.* (Ackerknecht, 1972).

De acuerdo al mismo autor el hongo más importante es *Meria laricis* debido a que causa retraso en los viveros. También es susceptible al ataque del hongo *Fomes anosus*.

En cuanto a daño abiótico, el viento puede ocasionarle desarraigo, pero sin quebrarlo, aun siendo considerado un árbol muy resistente al viento.

2.2 Características morfológicas y crecimiento

Su madera presenta anillos de crecimiento diferenciados por canales resiníferos fisiológicos, de células epiteliales gruesas en un número mayor a nueve, con un diámetro medio de 40 a 60 μm . Sus traqueas son de sección cuadrada y se presentan en un número de 3.000 por mm^2 . Parénquima longitudinal ausente o escaso, en distribución dispersa (García *et al.*, 2003). Su tronco es erguido y su corteza profundamente agrietada está provista de una serie de manchas de color marrón-rojiza (Shütt *et al.*, 2002).

En su distribución natural la especie alcanza unos 30 m de altura, con fuste recto y copa piramidal (Carnevale, 1955). Al respecto, Shütt *et al.* (2002) plantean que en buenas condiciones esta especie puede alcanzar hasta 500 años de edad con alturas de 50 m y diámetros de hasta 1 m, con la copa cónica y ramificaciones finas, flexibles y colgantes.

Existen antecedentes de crecimiento de la especie procedentes de Alemania, de rodales originados por plantaciones fuera del hábitat natural, pero muy cercano a él (cuadro 1), donde se observan alturas de hasta 35,9 m en un buen sitio y con una edad de 120 años. Cabe destacar que el mayor IMA lo alcanza a la edad de 80 años, en las tres clases de sitios.

Cuadro 1. Altura media (m), incremento medio anual (m^3 scc/ha) de *Larix decidua* en Alemania (Ackerknecht, 1972).

Edad (años)	Altura media del rodal (m)			Incremento medio anual (m^3 scc/ha)		
	Clase de sitio			Clase de sitio		
	I	II	III	I	II	III
40	20,8	17,7	14,7	9,1	6,8	4,4
80	31,2	27,0	22,8	9,1	7,0	5,0
120	35,9	31,1	26,6	7,9	6,1	4,5

Godoy (2002) indica para *L. decidua* de procedencia Schlitz (Alemania) creciendo en la Patagonia Argentina, alturas medias de 13 m a los 20 años, es decir 65 cm/año de incremento medio en altura, calificando este crecimiento como extraordinario.

En Nueva Zelanda, la especie se desarrolla bien en suelos de piedra pómez, con precipitaciones anuales de 1.015 a 1.270 mm (Ackerknecht, 1972).

Además existen antecedentes de crecimiento de la especie en Canadá, de individuos de 50 años que alcanzan alturas de 19 m, y a la misma edad individuos que alcanzan 27 m de altura en Suiza, con índices de sitio muy buenos.

En Chile *L. decidua* ha sido plantado por más de 15 años en rodales pequeños y en plantaciones ornamentales en la provincia de Aysén. Por los buenos resultados obtenidos, se seleccionó como especie para la reforestación de localidades altas con veranos secos y calurosos e inviernos fríos (Ackerknecht, 1972).

En experiencias más recientes, *L. decidua* fue utilizado en el Programa de Introducción de Especies en Aysén, cuyo objetivo principal era seleccionar especies que contribuyan a mitigar los procesos erosivos y se constituyan en una alternativa de producción para las diferentes condiciones edafoclimáticas de esta región. Las procedencias de *L. decidua* fueron *L. decidua* de procedencias Varel y Mariental (Morales *et al.*, 1998). La investigación entregó los siguientes resultados de crecimiento de la especie para una edad de 2 años, en tres predios distintos (cuadro 2).

Cuadro 2. Altura total promedio, diámetro de cuello promedio y supervivencia, para cada predio (Morales *et al.*, 1998).

Predios	Altura (cm)	Diámetro de cuello (mm)	Supervivencia (%)
1	101,9	15,0	82
2	35,9	8,3	72
3	49,6	10,4	94

En el predio 1, con un clima marítimo templado frío lluvioso y suelo franco arenoso, se observó la mejor adaptación al sitio de acuerdo a los resultados de crecimiento, coincidiendo con lo señalado por Carnevale (1955).

2.3 Usos

Larix decidua es adecuada para la mayoría de las aplicaciones como carpintería y usos estructurales ligeros, instalaciones a la intemperie, en las que se requiere una cierta durabilidad. Además, es importante en la construcción de barcos, en la obtención de tablas para repisas y fachadas. Otros usos de la especie son para chapas decorativas, puertas, ventanas, instrumentos musicales, suelos y parqués,

escaleras, ebanistería, postes y vigas. Su resina tiene un uso medicinal (López y Sánchez, 2001).

Según Einspahr (1984) la madera de *L. decidua* es durable, fuerte y de densidad ligeramente alta, utilizándose para pulpa, madera para suelos, casas, usos decorativos y ornamentales, señala además, que es de alta resistencia a la putrefacción, por lo cual, es valiosa para postes.

En Estados Unidos se ha usado para la reforestación de suelos.

2.4 Análisis fustal

El desarrollo y crecimiento de árboles individuales hasta su estado actual, pueden ser cuantificados de manera muy confiable mediante un análisis fustal. Este análisis fustal o análisis de tallo consiste en la obtención de secciones transversales de un árbol a distintas alturas, separadas a distancias constantes entre sí. La información que otorga este método permite determinar la forma de un árbol, mediante la medición de su ahusamiento, que se define como la disminución en diámetro a medida que aumenta la altura del árbol (Kramer y Açka, 1995).

Además permite obtener una precisa cubicación del fuste, en forma total o hasta ciertos diámetros límite (índices de utilización), y conocer los incrementos diamétricos periódicos y anuales del árbol.

3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1 Descripción del área de estudio

El ensayo se ubica en el predio San Germán en los 73° 10` 30" Oeste y 39° 45` 13" Sur, en el rodal 6, sección 1, ubicado a 15 km de la ciudad de Valdivia por la salida norte hacia el Oeste.

El clima corresponde a templado lluvioso, con precipitaciones de 2.500 mm anuales distribuidas en todas las estaciones, pero más abundantes en invierno. Las máximas temperaturas de verano excepcionalmente pueden superar los 30°C, por lo general oscilan en torno a 25°C. Las mínimas de verano son de unos 5° a 10°C. En invierno, la temperatura máxima es de unos 14°C y la mínima cercana a 0°C (Di Castri y Hayek, 1976).

En el cuadro 3 se presentan las precipitaciones anuales ocurridas en el período de los años 1975 al 2001 (Dirección Meteorológica de Chile, 2001)¹.

Cuadro 3. Precipitación anual, período 1975-2001, Valdivia.

Fecha	Precipitación (mm)	Fecha	Precipitación (mm)	Fecha	Precipitación (mm)
1975	1715,5	1984	1794,2	1993	2361,1
1976	1673,5	1985	1729,0	1994	1686,2
1977	2108,2	1986	1986,1	1995	1746,3
1978	1906,6	1987	1639,4	1996	1257,2
1979	1757,9	1988	1176,2	1997	2255,9
1980	2082,6	1989	1395,1	1998	1033,1
1981	1723,0	1990	1788,9	1999	1315,7
1982	1946,5	1991	1733,0	2000	2063,3
1983	1376,9	1992	1825,7	2001	1874,9

El suelo pertenece a la serie Los Ulmos correspondiente a suelos profundos bien drenados, rojos arcillosos, originados a partir de cenizas volcánicas antiguas depositadas sobre el complejo metamórfico de la costa, de textura superficial franca arcillosa y color pardo oscuro en matiz 5YR. La topografía dominante es de cerros con pendientes entre 30 y 50%, ubicados en la Cordillera de la Costa entre los 100 y 280 ms.n.m. (IREN-CORFO-UACH, 1978).

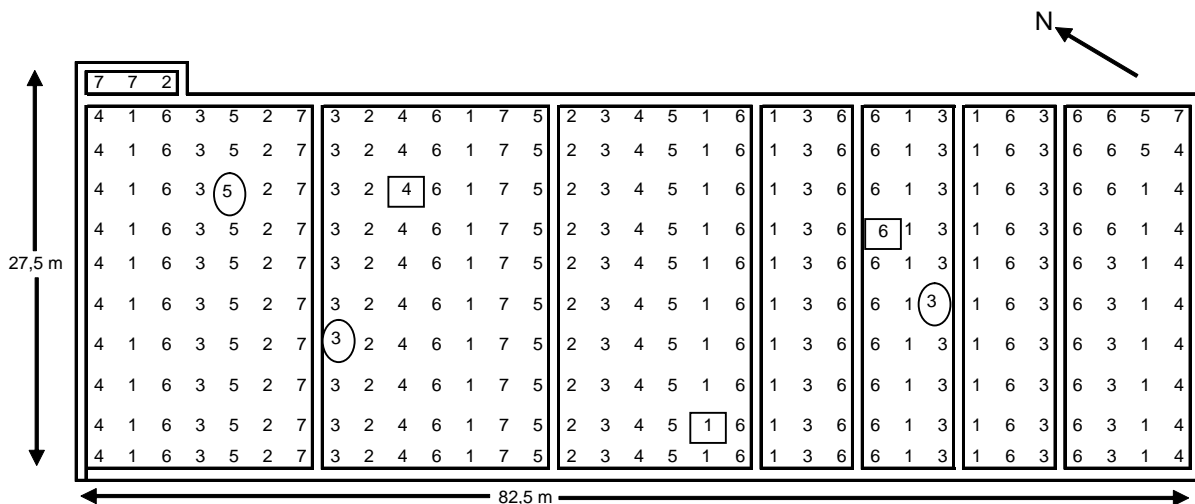
3.2 Descripción del ensayo

El estudio se realizó en un ensayo de adaptabilidad de siete familias de medios hermanos de *L. decidua* establecido el año 1975, que cubre una superficie de 0,2 ha y cuya semilla fue obtenida de un huerto semillero de clones de Alemania.

¹Dirección Meteorológica de Chile. 2000. Período 1975-2001.

El diseño del ensayo es de bloques al azar con familias en hileras de 10 plantas, siendo variable el número de repeticiones (3-7) de acuerdo al número disponible de plantas de cada familia, con un distanciamiento inicial de 2,5 x 2,5 m (Droppelmann y Balocchi, 1986). En 1987 se efectuó un raleo por lo cual el espaciado es variable al momento de realizar las mediciones para este estudio (año 2005).

En la figura 3 se puede observar la ubicación de las familias en el ensayo con sus códigos de origen. También se encuentran identificados los individuos utilizados en los análisis de crecimiento.



Familia 1: SUD-18 Familia 2: SUD-20 Familia 3: SUD-31 Familia 4: SUD-30
 Familia 5: SUD-33 Familia 6: SUD-200 Familia 7: SUD-05

- Individuos seleccionados para análisis de crecimiento de los tres árboles de menor DAP.
- Individuos seleccionados para análisis de crecimiento de los 300 mayores árboles/ha.

Figura 2. Diseño del ensayo de siete familias de *Larix decidua*, e individuos seleccionados para el análisis de crecimiento.

3.3 Método de muestreo

3.3.1 Medición del ensayo

A todos los individuos del ensayo (188 árboles) se les midieron las siguientes variables: altura total, DAP, bifurcación (0 árbol sin bifurcación y 1 árbol con bifurcación), rectitud y calidad de ramas según seis categorías siendo la 1 la peor y la 6 árbol la mejor. Estos criterios de medición son según la pauta técnica N° 6.2 de la Cooperativa de Mejoramiento Genético Forestal (CMGF) (anexo 2).

En cuanto al volumen individual, éste se obtuvo utilizando la función 1 (Wolf, 1987):

$$V = -0,02247 + 0,30252d^2h + 0,21748d \quad (1)$$

donde:

- V : Volumen del árbol individual (m³/árbol)
- d : Diámetro a la altura del pecho (m)
- h : Altura total del árbol (m)

3.3.2 Depuración de la base de datos

El total de los individuos medidos en el ensayo fue de 188 árboles, de los cuales se eliminaron de la base de datos todos los árboles de borde y todos los valores anormales que podían alterar los resultados (árboles quebrados y dañados por acciones bióticas o abióticas). En total se eliminó el 23% de los individuos del ensayo, resultando un n poblacional de 145 individuos (anexo 3).

3.3.3 Selección de árboles para análisis fustal

Para el análisis del crecimiento de los individuos mayores, se seleccionaron árboles situados dentro de la distribución equivalente a los 300 árboles/ha de mayor tamaño de acuerdo al DAP.

El ensayo tiene una superficie neta de 1.743 m² (sin la hileras de borde), con 145 individuos en pie (832 árboles/ha), entonces el muestreo se realizó sobre el equivalente a los 300 árboles/ha mayores, correspondientes a 50 árboles del ensayo, de las clases diamétricas superiores.

Para determinar el número de individuos a seleccionar para realizar el análisis fustal, se utilizó el siguiente criterio:

$$\partial = \frac{M - m}{m}$$

donde,

- ∂ : Diferencia de diámetros
- M : Diámetro mayor
- m : Diámetro menor
- n : N° de individuos seleccionados

Si $\partial \geq 0,5, n = 5$; si $\partial < 0,5, n = 3$

Al aplicar el criterio en los datos se obtuvo el siguiente resultado:

$$\partial = \frac{40 - 28,3}{28,3} = 0,41; \text{ por lo tanto se tiene un } n \text{ de 3 individuos;}$$

Este resultado (3 individuos) determinó que los 50 árboles se dividieran en 3 clases diamétricas eligiendo el árbol más cercano al promedio de cada clase. A estos individuos se les extrajeron rodelas de 2 cm de espesor, cada 1 m de altura, desde el tocón (0,3 cm) hasta un diámetro límite de 10 cm. A estas rodelas se les asignó un código de tres números para su correcta identificación: n° de la familia, n° del árbol y n° de la sección. Los individuos seleccionados se observan en la figura 2.

Con los diámetros de los anillos de cada rodela se calculó el volumen para cada troza de 1 m para obtener el crecimiento corriente anual del árbol promedio de los tres árboles/ha mayores, para lo cual se utilizó la fórmula de Smalian (Prodan *et al.*, 1997) que se observa a continuación:

$$V = L * \frac{g_b + g_s}{2} = L * \frac{\pi}{4} * \left[\frac{d_b^2 + d_s^2}{2} \right]$$

donde:

V : Volumen troza (m³)
 L : Largo troza (m)
 g_b : Área basal (m²)
 g_s : Área superior (m²)
 d_b : Diámetro basal (m)
 d_s : Diámetro superior (m)

En el cuadro 4 se observan los individuos seleccionados con sus variables más importantes, señalándose, además, las familias a las cuales pertenecen. Los valores dasométricos de estos individuos en detalle están en el anexo 4. Es importante mencionar que no se observa una relación directa entre la altura y el DAP de estos individuos, observándose por el contrario una clara relación directa entre el volumen y DAP, lo que indica que el volumen está en función del DAP (cuadro 4).

Cuadro 4. Individuos seleccionados para el análisis de crecimiento.

Individuos de mayor DAP	Familia	Altura (m)	DAP (cm)	Volumen (m ³)	Calidad de ramas	Rectitud
1	4	26,5	29,2	0,73	5	5
2	6	24,5	31,6	0,79	5	6
3	1	27,5	35,3	1,06	5	6

Para el análisis de crecimiento de los individuos se seleccionaron los tres árboles de menor tamaño según la distribución diamétrica dentro del ensayo, a cada uno se le extrajo una rodela a 1,3 m de altura. Los individuos seleccionados se observan en la figura 2. En el cuadro 5 se observa los individuos seleccionados con sus variables más importantes, señalándose, además, las familias a las cuales pertenecen.

Puede observarse que en los individuos menores del ensayo, existe una relación directa entre las variables altura, DAP y volumen (cuadro 5).

Cuadro 5. Individuos seleccionados para el análisis de crecimiento.

Individuos de menor DAP	Familia	Altura (m)	DAP (cm)	Volumen (m ³)	Calidad de ramas	Rectitud
1	5	17,0	12,0	0,08	5	6
2	3	18,5	13,8	0,11	4	4
3	3	19,0	14,8	0,13	4	4

3.3.4 Medición de las rodelas

Las rodelas se sometieron a las siguientes actividades: descortezado, medición de diámetro, cepillado, medición del número y ancho de anillos.

Los anillos fueron medidos con un equipo de medición Telmex Inc., en el laboratorio de Dendrocronología de la Universidad Austral de Chile, con una precisión de 0,001 mm. Este equipo consiste en un carro que desplaza la muestra y un contador (medición del ancho de anillos), conectado a un microcomputador (Robinson y Evans, 1980), quedando registrada la medida en un archivo, el cual es fuente para el programa computacional.

3.4 Análisis de los datos

3.4.1 Análisis de crecimiento

El análisis fustal se realizó sobre el promedio de los tres árboles superiores seleccionados de cada clase. Se determinaron los crecimientos corriente anual, medio anual y acumulado en DAP y volumen. Se realizó la construcción del perfil de un árbol para observar su forma, mediante el análisis de los anchos de anillos a diferentes alturas.

Para analizar el ritmo de crecimiento de los tres árboles de menor tamaño se calcularon los crecimientos corriente anual y acumulado para la variable DAP. Es importante destacar que de los tres árboles seleccionados dos pertenecen a una misma familia (nº 3).

Para homogeneizar los valores de este análisis el año 1 correspondió al primer anillo identificado desde médula a corteza de cada rodela analizada y no a la edad cronológica del árbol, pues cada rodela tiene una distinta cantidad de anillos.

3.4.2 Ranking familiar

Para determinar las mejores familias se realizaron *rankings* a nivel de ensayo para lo cual se seleccionaron todos los individuos medidos del ensayo (145).

Para el *ranking* familiar se consideró las variables DAP, altura, volumen, rectitud y calidad de rama. La elección de la mejor familia fue a través del volumen, quedando en primer lugar la de mayor volumen y en último la de menor volumen.

3.4.3 Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS. Se calcularon los valores descriptivos del ensayo, entre los cuales se consideraron los mínimos, medias, máximos, desviaciones estándar y coeficientes de variación, a nivel familiar y por ensayo, luego se comprobó la normalidad de los datos para cada familia, a través de

la asimetría y la curtosis, ambas pruebas se aplicaron para las variables DAP, altura total, volumen, rectitud y calidad de ramas (Spiegel, 1991).

La homogeneidad de varianzas entre familias, se analizó a través de la prueba de Levene, para todas las variables antes mencionadas al 99% de confianza.

Posteriormente se realizó el análisis de varianza para un diseño al azar, donde el tratamiento fue la familia.

Finalmente se realizó una prueba de comparación múltiple de las medias familiares a nivel de ensayo, utilizando el *test* de *Duncan*, con un 95% de confianza para las variables DAP, volumen, rectitud y calidad de ramas. Para el caso de la altura total no fue necesario realizar comparaciones múltiples dado que el análisis de varianza resultó ser no significativo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de crecimiento

4.1.1 Análisis de crecimiento para el individuo equivalente a los 300 árboles/ha mayores

En la figura 3 se presentan los incrementos acumulados en volumen y DAP, pudiendo observarse que ambas curvas de incremento acumulado presentan la tendencia normal de aumento a medida que aumentan los años.

El volumen total alcanza $0,78 \text{ m}^3/\text{árbol}$ a los 29 años (figura 3a), valor que proyectado con 300 árboles/ha corresponde a $234 \text{ m}^3/\text{ha}$.

La curva de incremento acumulado en diámetro (figura 3b) presenta tres cambios marcados en las pendientes, la primera hasta los 5 años con un alto incremento acumulado, la segunda etapa desde los 5 a los 15 años con un incremento menor pero aún a tasas altas y finalmente la tercera etapa desde los 15 años donde se puede apreciar que el crecimiento por año comienza a decrecer levemente, observándose finalmente desde el año 18 en adelante crecimientos constantes que. El máximo incremento acumulado en diámetro alcanza un valor de $27,1 \text{ cm}$.

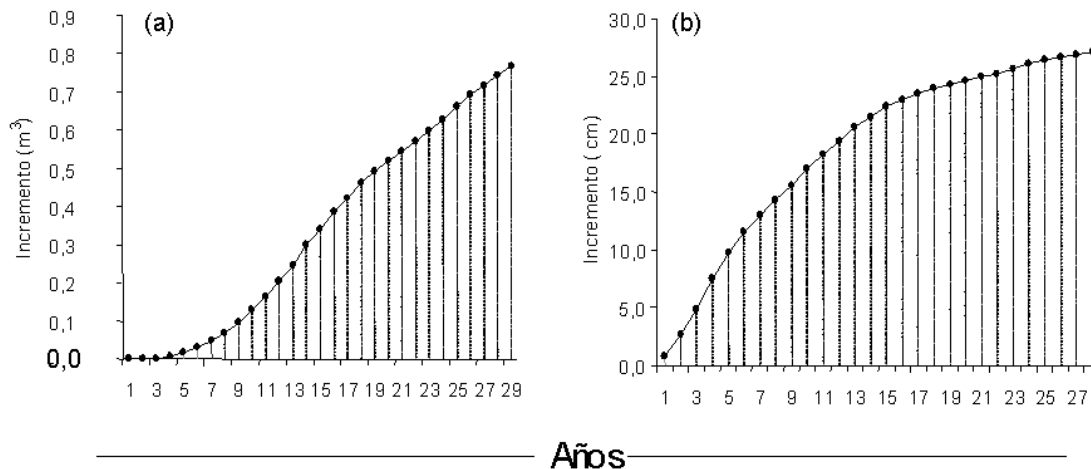


Figura 3. Incremento acumulado para el volumen (a) y DAP (b).

En la figura 4a se observa que el crecimiento volumétrico es lento los primeros 3 años, teniendo un incremento rápido en los años posteriores, ocurriendo el máximo incremento al año 14.

Puede observarse un aumento marcado en el crecimiento al año 14 (figura 4a), lo que puede coincidir con el efecto del raleo realizado el año 1987 que baja la competencia, lo que permite una mayor disponibilidad de recursos en el suelo, como

también de un mayor espaciamiento y una mayor luminosidad, lo que es fundamental para esta especie ya que se trata de una especie intolerante (Shütt *et al.*, 2002). Esto no es tan evidente en la figura 4b pues el incremento se produce antes, pero debe considerarse que a la altura del DAP se contabilizó un anillo menos.

Este evento no pudo fecharse muy exactamente en las rodelas por que existen incógnitas importantes respecto del ensayo, como los años de vivero que tuvieron las plantas, para saber a que edad fueron plantadas y también la intensidad y el tipo de raleo efectuado. De todas maneras en cualquiera de los años que hubiera sido el raleo el efecto fue solo de 1 año.

En las curvas (figuras 4a y 4b) se pueden observar a partir del año 20 algunas variaciones cuya explicación podría estar asociada a cambios climáticos, pues según Delmastro *et al.*, 1980, este patrón de variación pudo verse afectado en algunos años por cambios climáticos, estructura del rodal, daños en el árbol o tratamientos forestales.

El año 1996, edad 20 del ensayo, coincide con solo 1.257 mm de precipitación, el año 1997 aumenta a 2.256 mm y luego en 1998 cae nuevamente a solo 1.033 mm. Un nuevo aumento de crecimiento ocurre el año 2000 y 2001 (años 23 y 24 del ensayo), coincidiendo con precipitaciones marcadamente mayores (Dirección Meteorológica de Chile, 2001).

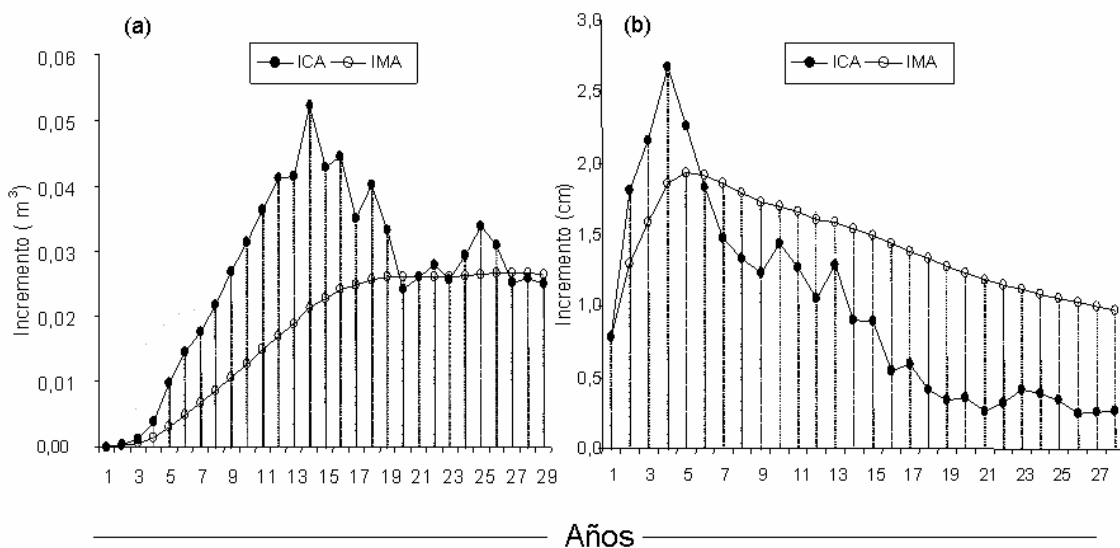


Figura 4. Incrementos medios anuales (IMA) y corrientes (ICA) para el volumen (a) y DAP (b).

En la figura 4b se indica que los mayores incrementos corrientes anuales en DAP se produjeron en los primeros años (1, 2, 3 y 4 años) con crecimientos a tasas que están por sobre 1,0 cm/año, ocurriendo el máximo crecimiento en este mismo período al año 4 con 2,7 cm/año. El crecimiento comienza a decrecer desde el año

15, volviéndose constante desde el año 18 con valores que no superan los 0,4 cm/año.

4.1.2 Análisis de crecimiento en diámetro de tres individuos de las clases diamétricas inferiores.

En la figura 5 se observan los crecimientos acumulados de estos individuos que van desde 0,2 a 14,5 cm, valores que son inferiores al compararlos con los árboles de mayor clase diamétrica que van desde 0,8 a 27,9 cm (figura 3b).

Además, se observa que de los tres individuos analizados el árbol 5 de la familia 3 inicialmente presentó el menor crecimiento, pero en el año 6 sobrepasó a los otros alcanzando un mayor crecimiento y desarrollando 3 anillos adicionales respecto a los otros 2 árboles, pero de todas maneras varios menos que los árboles de mayor tamaño (figura 6).

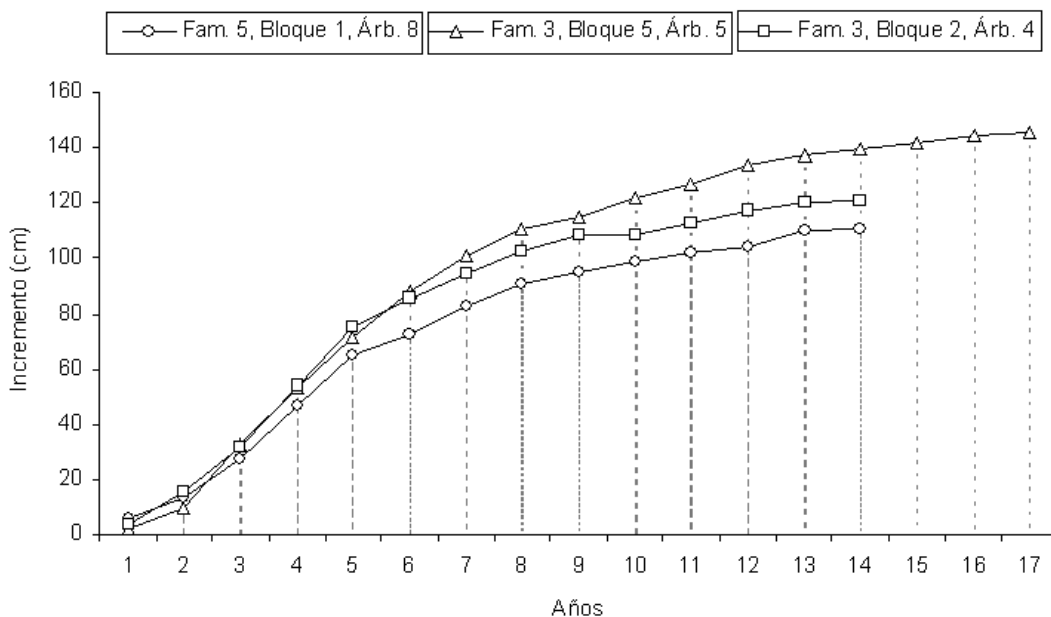


Figura 5. Incremento acumulado en DAP.

Es importante destacar que el menor número de anillos que presentan los individuos de menor tamaño a una altura de 1,3 m (DAP), puede ser explicado por dos hipótesis. La primera esta atribuida al bajo ritmo de crecimiento que presentan comparado a los individuos mayores, por lo cual tardaron alrededor de 10 años en alcanzar la altura de los 1,3 m. La segunda hipótesis explica este fenómeno a través de lo descrito por Lorimer *et al.*, (1999), que comprobó en bosques de especies caducas y de climas templado húmedos, que esta ausencia de anillos de crecimiento en los árboles, se produce por períodos de tensión ambiental y por supresión prolongada de los individuos. Destaca además que el número de anillos perdidos depende del período de supresión bajo el cual se desarrollan los individuos y de la

proporción de crecimiento real durante este período, concluyendo que los períodos de supresión pueden llevar a la formación de anillos más angostos o anillos perdidos

Al observar la figura 6 se aprecia que las curvas de los 300 mayores árboles/ha y la de los tres suprimidos, tienen similares perfiles especialmente durante los primeros 8 años. Esto hizo pensar en que los anillos ausentes son por falta de crecimiento durante la última década, apoyándose en lo descrito por Lorimer *et al.*, (1999). No obstante lo anterior y para no seguir en el plano de las hipótesis, se extrajeron rodelas a la base de los tres árboles suprimidos, verificándose que efectivamente los anillos están perdidos al final de crecimiento, pues se observó que solo tardaron entre 1 y 2 años en alcanzar la altura del DAP.

En la figura 6 se presenta una comparación de crecimientos corrientes anuales para el DAP entre el promedio de los mayores y el promedio de los individuos menores del ensayo, observándose claramente que ambos presentan la misma tendencia de crecimiento, pero a tasas distintas demostrándose que los efectos de liberaciones. También es evidente por raleos son aprovechados por los árboles de mayor tamaño y tienen poco efecto en los suprimidos.

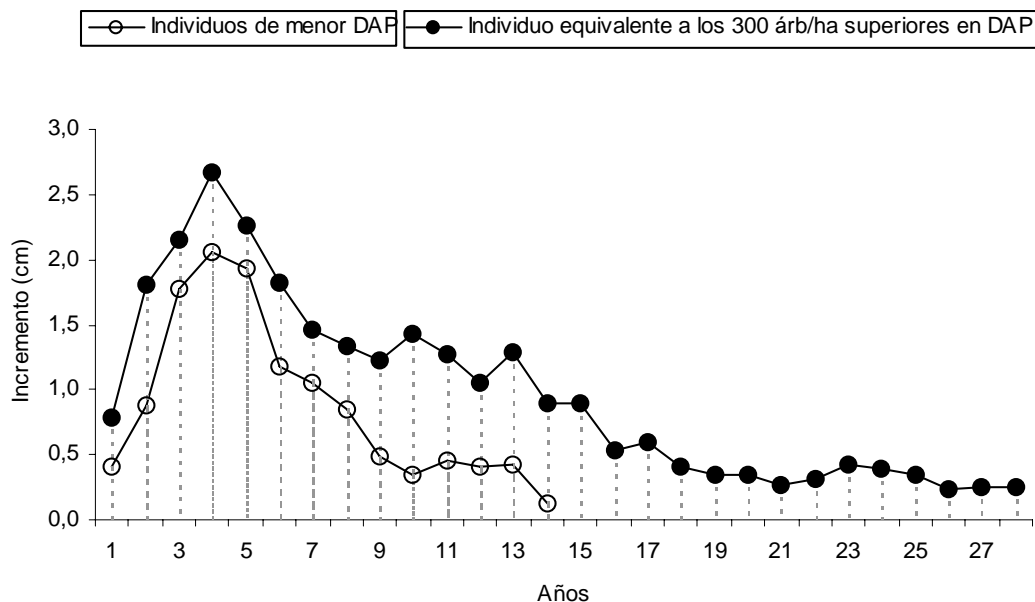


Figura 6. Desarrollo de los incrementos corrientes anuales en diámetro.

En la figura 7 se observan los incrementos corrientes anuales para el DAP de los tres individuos seleccionados. El máximo crecimiento que alcanzan estos árboles es de 2,2 cm aproximadamente, valor que difiere del alcanzado por los árboles mayores de 2,7 cm durante los mismos años, lo que indica que estos árboles fueron siempre más pequeños. Destacándose que dos de ellos pertenecen a la familia 3 que en general

presenta bajos crecimientos y los últimos lugares en el *ranking* (cuadro 7), por lo cual podría decirse estas familias (3 y 5) son de crecimientos más lentos.

No puede evidenciarse claramente el efecto del raleo de 1987 (figura 7) ya que estos individuos no presentan una clara reacción a esta liberación en un punto específico a excepción del individuo 5 de la familia 3.

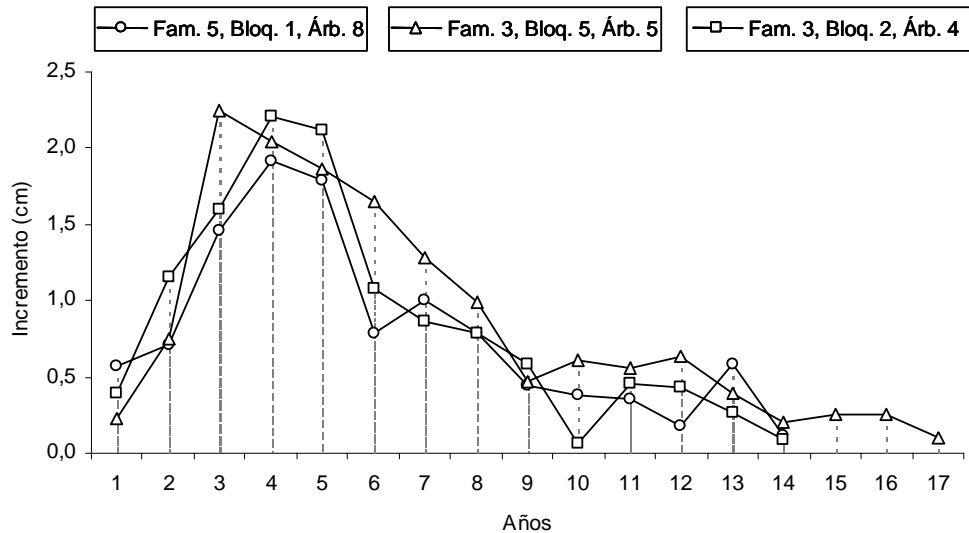


Figura 7. Crecimientos corrientes anuales para el DAP.

4.1.3 Análisis fustal para el individuo equivalente a los 300 árboles/ha mayores

En la figura 8 se puede apreciar que el ancho de los anillos disminuye a medida que aumenta la edad, es decir desde la médula hacia la corteza. Esta tendencia de un aumento fuerte del ancho de los primeros anillos y luego una disminución es más o menos general para las especies de rápido crecimiento (Delmastro *et al.*, 1980).

Dentro del árbol, el ancho de anillo disminuyó desde la médula a la corteza e igualmente presentó una tendencia a aumentar de la base hasta una cierta altura para luego disminuir y volver a aumentar cerca de la copa.

En el cilindro central el ancho de anillos es bastante uniforme (8 y 10 anillos centrales en todas las alturas), lo que se puede deber a que a medida que la altura es mayor, aumenta la proporción de copa viva en actividad fotosintética, produciendo una mayor acumulación de carbohidratos en dicha área, aumentando así los diámetros del fuste (Witt, 2003).

Cabe señalar que el anillo 14 presenta un incremento en su ancho en toda la altura del árbol, además en este se produce el máximo incremento anual en volumen (figura 4a), este mayor desarrollo puede atribuirse al raleo realizado en este ensayo.

Al respecto, Delmastro *et al.*, (1981), señalan que en un rodal de densidad normal el desarrollo de la copa es limitado por la competencia, disminuyendo el ancho de anillo pronunciadamente, ocurriendo todo lo contrario al producirse una liberación. Este efecto puede observarse principalmente a medida que se aumenta en altura.

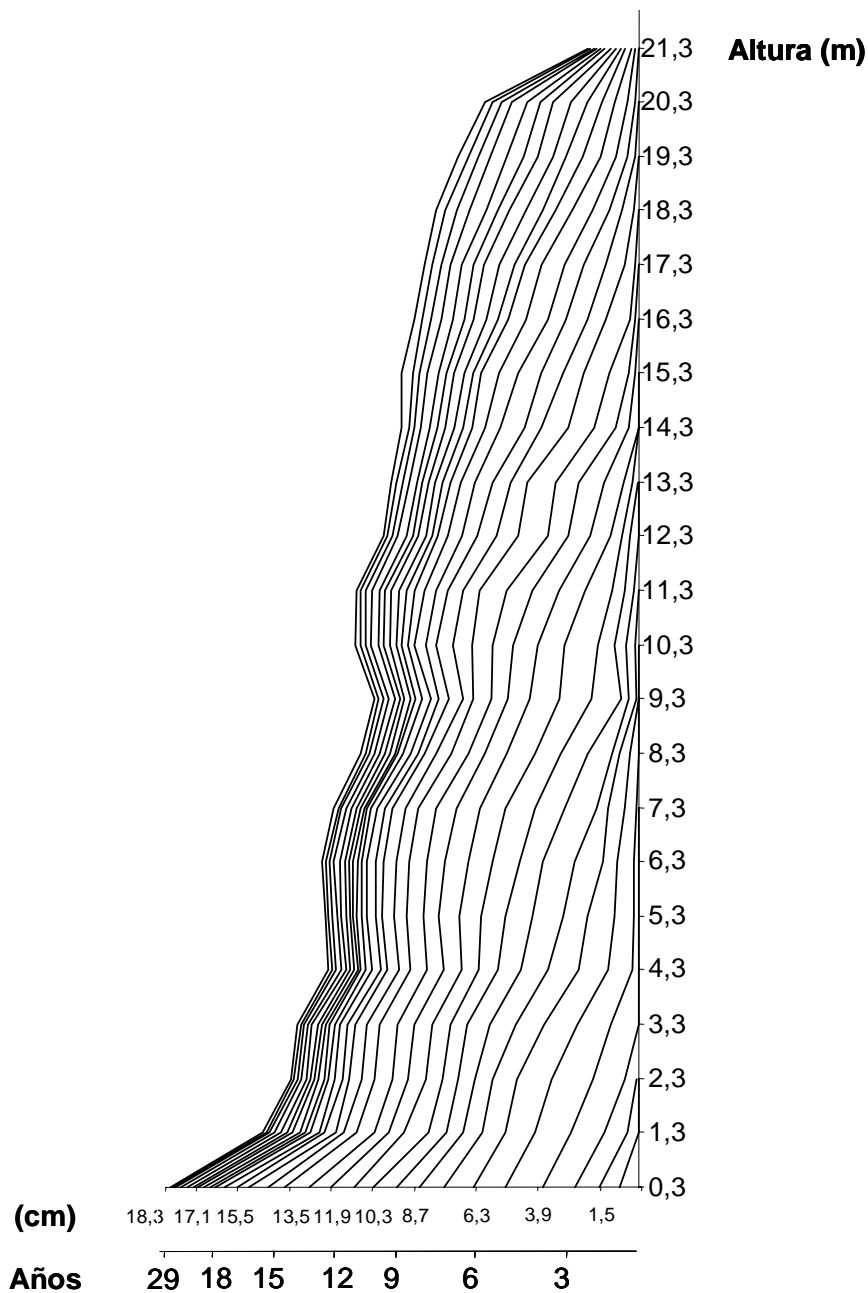


Figura 8. Análisis fustal para el individuo equivalente a los 300 árboles/ha de mayor DAP.

Al observar el perfil se pueden apreciar ciertas protuberancias, que se deben a zonas nudosas detectadas en los árboles analizados.

Es importante destacar que al calcular el volumen con Smalian se pudo comprobar que la función de Wolf utilizada para calcular el volumen de todo el ensayo arrojó resultados muy similares. Lo que indica que es muy buena para *L. decidua*, destacándose que mantiene un factor de forma o grado de conicidad muy constante donde se ajustó (Alemania) y aquí, o sea, que el árbol crece con la misma proporcionalidad en esta zona. Este resultado es importante de considerar para el futuro manejo de la especie.

4.2 Ranking familiar

4.2.1 Análisis descriptivo a nivel de ensayo

En el cuadro 6 se pueden observar los parámetros generales del ensayo, considerando una población de 145 árboles, correspondientes a los ubicados en la superficie neta del ensayo.

El árbol promedio del ensayo posee un diámetro (DAP) de 26,1 cm con una altura total de 23,8 m, valores que están por sobre de los identificados en Alemania a una edad mayor (40 años) en un buen sitio. En esta zona se alcanzan incrementos de 15,5 m³/ha/año, valor que es bastante favorable comparado con el incremento de 9,1 m³/ha/año que alcanza la especie en Alemania en un buen sitio según Ackerknecht (1972).

Cuadro 6. Valores descriptivos del ensayo

Variable	Máximo	Media	Mínimo	*DS	CV (%)
Altura total (m)	32,5	23,8	17,0	2,2	9,0
DAP (cm)	40,0	26,1	12,0	5,5	21,1
Volumen (m ³)	1,31	0,56	0,07	0,2	43,7
Rectitud	6	4,8	2	1,0	20,5
Calidad de ramas	6	4,6	3	0,8	17,6

* Desviación estándar

En cuanto al desarrollo del ensayo para las variables de calidad, se puede inferir que presenta rectitudes y calidades de ramas en categorías similares a las alcanzadas por otras especies como *Pinus radiata* en la zona (CMGF, 2004).

El volumen total alcanzado por el ensayo corresponde a 465,7 m³/ha valor que comparado con *P. radiata* a una edad de 30 años, en un sitio de Valdivia equivalente al sitio del ensayo en estudio, manejado con un raleo a los 10 años, alcanza un volumen total de 712 m³/ha². Este menor crecimiento no significa desechar a *L. decidua* definitivamente, por el contrario, la variación encontrada da un espacio para realizar selección genética y mejorar los rendimientos.

Además debe considerarse que *L. decidua* es una especie que se destina a la obtención de productos de mejor calidad.

² Paredes, G. 2006. Universidad Austral de Chile. Comunicación personal.

4.2.2 Análisis familiar

En la figura 9 se presentan con letras los grupos homogéneos para las distintas variables de crecimiento y calidad.

El volumen y el DAP presentaron los mismos grupos homogéneos, lo que refleja la estrecha relación de ambas variables.

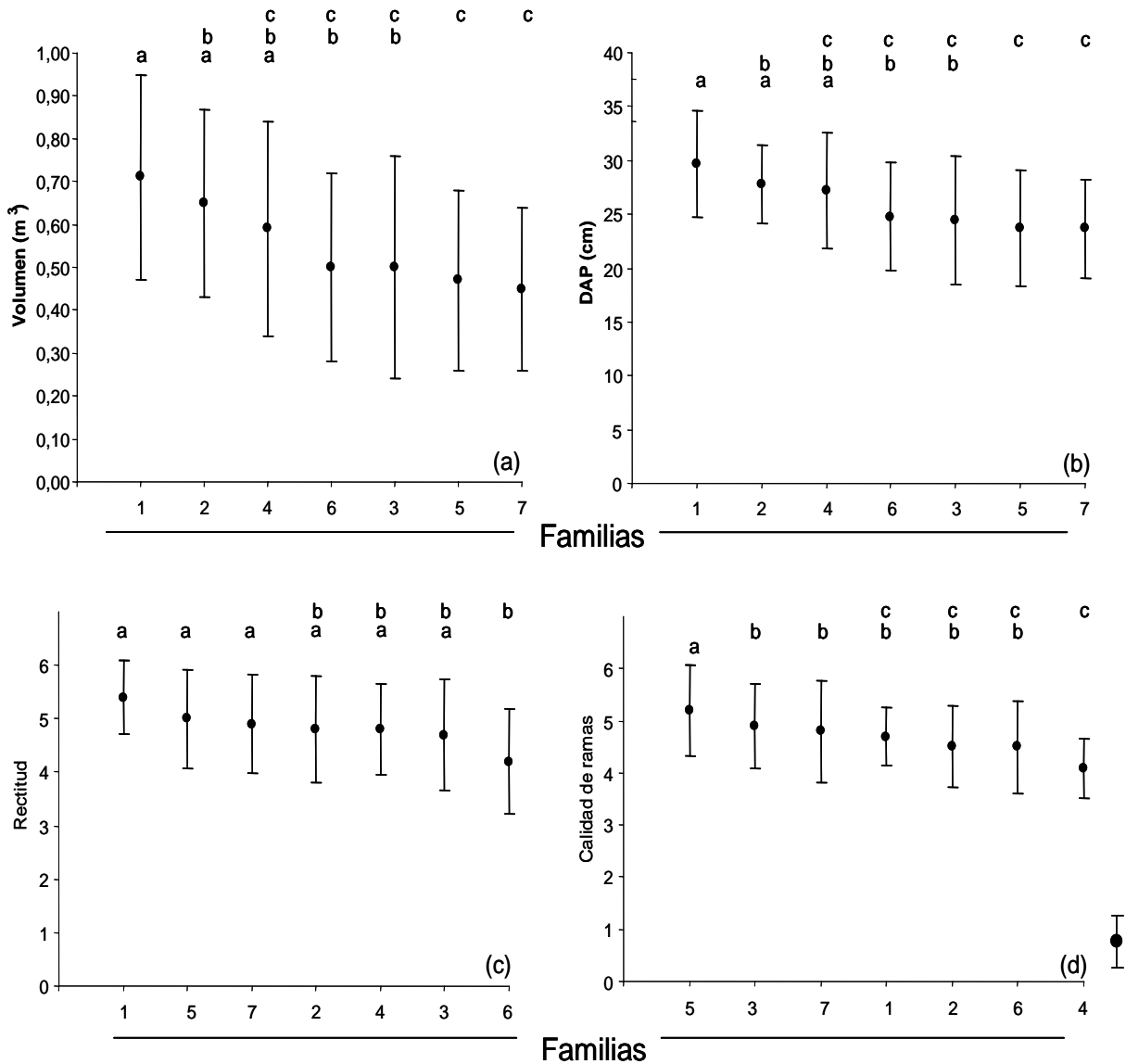


Figura 9. Valores medios y variación por familia para el Volumen (a), DAP (b), Rectitud (c) y Calidad de ramas (d) y las letras sobre las líneas identifican los grupos homogéneos.

Respecto a las variables de calidad se puede decir que hay familias que respondieron con mejores resultados en cuanto a rectitud y de manera no tan favorable en calidad de ramas.

La variación en rectitud y calidad de ramas es menor, ello reflejado en una menor cantidad de grupos y valores de dispersión también menores.

Las familias 1 y 2 (figura 9) se encuentran en los primeros lugares para casi todas las variables a excepción de la calidad de ramas, esto podría indicar que son las familias con mejor adaptación a las condiciones del sitio de estudio, alcanzando un volumen medio de 0,71 m³/árbol y 0,65 m³/árbol, con una alta variación, lo que indicaría que son familias con un alto potencial de selección de individuos dentro de ellas.

También se aprecia (figura 9) que las variables de calidad tuvieron un comportamiento distinto entre ellas, donde casi no se ven diferencias, esto se puede deber a que la medición se orienta a rangos de valores y no a valores específicos, por lo que se vuelven más subjetivas que las otras variables medidas. Además se puede inferir que todas las familias presentaron bajos niveles de pérdidas por problemas en estas variables (valores de categorías 4 y 5).

Los coeficientes de variación por familia poseen valores para las variables DAP, rectitud y calidad de ramas inferiores al 25%, en cambio para el volumen este valor oscila entre 20 y 52% (anexo 5). Todas las familias en general presentan una alta variabilidad dentro de ellas, lo que indica que se pueden mejorar con un manejo silvicultural apropiado, orientado a las mejores familias y a ciertos individuos de ellas.

Respecto a esto es destacable mencionar que no da lo mismo cualquier familia de *L. decidua* puesto que de las siete familias existen cuatro (6, 3, 5 y 7) que son parejas en crecimiento pero inferiores a las otras.

Es frecuente encontrar que las familias de mejor crecimiento son las que presentan mejor calidad de ramas³, en este caso ello se ve nuevamente reflejado en el hecho que las tres peores familias en crecimiento (5, 3 y 7) son las que tienen mejor calidad de ramas.

El análisis de varianza arrojó que existen diferencias altamente significativas entre los promedios de las variables volumen, DAP, rectitud y calidad de ramas para las familias (anexo 6). Esto puede atribuirse a las diferencias genéticas de las familias.

El cuadro 7 permite comparar la posición relativa de las familias en sus distintas características

Se observa que existen familias que se han adaptado mejor al sitio de estudio, pudiéndose destacar las familias 1 y 2 que se encuentran en las primeras posiciones en casi todas las variables. En contraposición, las familias 3, 5 y 7 se posicionan en los últimos lugares.

³ Droppelmann, F. 2006. Universidad Austral de Chile. Comunicación personal.

La altura total no presentó diferencias significativas entre familias presentando todas las familias alturas totales medias de 24 m aproximadamente. Un aspecto que lo refleja es que la familia 5 siendo la peor en volumen es la tercera en altura total.

Cuadro 7. *Ranking* familiar para las variables evaluadas

Rank ^a	ALT ^b		DAP		VOL ^c		Rec ^d		CalRam ^e
1	2	————	1	————	1	————	1	————	5
2	1	————	2	————	2	————	5	————	3
3	5	————	4	————	4	————	7	————	7
4	4	————	6	————	6	————	2	————	1
5	6	————	3	————	3	————	4	————	2
6	7	————	5	————	5	————	3	————	6
7	3	————	7	————	7	————	6	————	4

^a Ranking; ^b Altura total; ^c Volumen; ^d Rectitud; ^e Calidad de ramas.

Al promediar los volúmenes de las tres primeras familias se alcanza un volumen de 0,65 m³/árbol, mientras que las peores tres tienen un 32% de mayor volumen.

Según el cuadro 7 las familias 1, 2 y 4 tienden a destacar en volumen, no obstante la familia 4 esta en otros grupos con las de peor crecimiento (figura 9). Esto indica que existe posibilidad de seleccionar individuos de significativo mayor crecimiento para futuras generaciones, es decir, hay potencial genético.

Según el análisis familiar se observa que existen familias que se destacan dentro de las otras por tener buen volumen y buena forma (familia 1), a diferencia de otras (familia 2) que presentan un buen volumen pero una forma regular, manteniéndose sin embargo dentro de la categoría superior (anexo 5). También se da el caso contrario (familia 5) de familias que presentan una buena forma y un escaso volumen.

En el caso de realizar nuevos ensayos con nuevas colecciones en esta zona, las familias 1 y 2 de este estudio podrían ser utilizadas para coleccionar semillas e incluirlas como controles en dichos ensayos.

5. CONCLUSIONES

- La especie presenta un crecimiento bastante rápido los primeros años, hasta que comienza la competencia intraespecífica, lo que ocurrió tanto en los árboles dominantes como en suprimidos.
- Los árboles suprimidos tienen muy baja o nula respuesta al raleo y en general se presentan en familias de bajo crecimiento.
- Existe una pérdida de anillos en los árboles de menor tamaño, que se explica por el largo período de supresión dentro del dosel en que se han desarrollado estos individuos.
- Existe variabilidad entre familias y dentro de ellas lo cual es un indicador de que se puede mejorar significativamente el comportamiento de la especie por medio de selección genética.
- Las familias presentan buena calidad en rectitud y calidad de ramas por lo que sería interesante realizar un nuevo ensayo, con un nuevo material genético con un mayor número de familias.
- Es esperable que con un régimen de manejo más intensivo se pueden alcanzar mayores crecimientos para la especie en la zona.
- En definitiva, la especie presenta un potencial de crecimiento interesante en la zona por su crecimiento y calidad. Por lo cual puede ser una especie alternativa. Es recomendable realizar un análisis exhaustivo de las procedencias más afines a esta zona y realizar un nuevo ensayo estructurado para desarrollo genético futuro.

6. BIBLIOGRAFIA

- Ackerknecht, C. 1972. Ensayo sobre siembra directa de ocho especies forestales en la zona de Coyhaique, provincia de Aysén. Tesis Ing. Forestal. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 156 p.
- Castillo, R. 2001. Evaluación fenotípica de un ensayo de comportamientos de siete familias de medios hermanos de *Pinus radiata* D. Don en Valdivia, Chile. Tesis Ing. Forestal. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 36 p.
- Carnevale, J. 1955. Árboles Forestales; Descripción, cultivo, utilización. 3ª ed. Buenos Aires de Argentina, HCHETTE. 689 p.
- Daniel, P.; U. Helms.; F. Baker. 1982. Principios de silvicultura. Ed Mc Graw – Hill. México, D.F. 492 p.
- Delmastro, R.; J. Díaz-vaz.; J. Schlatter. 1980. Variabilidad de las características hereditarias del *Pinus radiata* (D. Don). Revisión bibliográfica. Investigación y desarrollo forestal. Corporación Nacional Forestal. Santiago, Chile. 157 p.
- Di Castri, F.; E. Hayek. 1976. Bioclima. Zoología de Chile. Santiago de Chile. Universidad Católica de Chile. 128 p.
- Droppelmann, F.; C. Balocchi. 1986. Descripción de ensayos del área de mejoramiento genético forestal. Valdivia (Chile), Universidad Austral de Chile, Escuela de Ingeniería. Publicación técnica N° 8. 39 p.
- Einspahr, Dean W.; Wyckoff, Gary W.; Fiscus, Marianne (Harder). 1984. Larch--a fast-growing fiber source for the Lake States and Northeast. *Journal of Forestry*. 82(2): 104-106. INTERNET: <http://www.fs.fed.us/database/feis/plants/tree/lardec/all.html> (Junio, 2006)
- FAO. 1959. Investigaciones sobre genética de los árboles forestales. INTERNET: http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/87903S/87903s03.htm (Mayo 10, 2005)
- García, E.; Guindeo, A.; Peraza, C.; Palacios, P. 2003. La madera y su anatomía; Anomalías y defectos, estructura microscópica de coníferas y frondosas, identificación de maderas, descripción de especies y pared celular. 327 p.
- Godoy, M. 2002. Especie forestales alternativas. INTERNET: [http://www.ciefap.org.ar/patagoniaforestal/3-2002/Ficha Técnica](http://www.ciefap.org.ar/patagoniaforestal/3-2002/Ficha_Técnica). (Agosto 22, 2005)
- Instituto de Investigación de Recursos Naturales (IREN), Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), Universidad Austral de Chile (UACH). 1978. Estudio

de los suelos de la provincia de Valdivia. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. 178 p.

Kramer, H.; Akca, A. 1995. Leitfaden zur waldmesslehre. Frankfurt, Alemania, J.D. Sauerländer's Verlag. 265 p.

López, A.; J. Sánchez. 2001. Árboles en España, manual de identificación. INTERNET: <http://www.arbolesornamentales.com/Larixdecidua.htm>. (Abril 15, 2005).

Larsson, M. 2003. Aspects of Hybrid Larch (*Larix x eurolepis* Henry) as a Potential Tree Species in Southern Swedish forestry. INTERNET: http://www.treesearch.fs.fed.us/pubs/11809._(Marzo 2, 2006).

Lorimer, C.; S. Dari.; M. Singer. 1999. Frequency of partial and missing rings in *Acer saccharum* in relation to canopy position and growth rate. Plant Ecology 143: 189-202.

Morales, R. 1998. Introducción de especies forestales, al territorio de Aysén, Chile. 28 p.

Prodan, M.; R. Peters.; F. Cox.; P. Real. 1997. Mensura forestal. San José de Costa rica. IICA. 586 p.

Robinson, W.; R. Evans. 1980. A microcomputer-based tree-ring. Measuring system tree ring. Bulletin. 40(1): 59-64.

Spiegel, M. 1991. Estadística. 2ª ed. Madrid de España, McGraw-Hill. 554 p.

Shütt, P.; H. Schuck.; B. Stimm. 2002. Lexikon der baum-und straucharten. Das standardwerk der forstbotarrik. Nikol verlagsgesellschaft. mbH &Co. KG Hamburgo. 581 p.

Witt, M. 2003. Tendencias de crecimiento para *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco bajo tres tratamientos de raleo en el predio Las Palmas – Provincia de Valdivia. Tesis Ing. Forestal. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 26 p.

Wolf, I. 1987. Betriebsinventur mit permanenten probeflächen. Dargestellt am beispiel des stadwald Freiburg. Dissertation abteilung für forstliche Biometrie, Universität Freiburg. 161 p.

Zobel B.; J. Talbert. 1992. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. México, Limusa. 545 p.

ANEXOS

ANEXO 1

Abstract and Keywords

ABSTRACT AND KEYWORDS

The current study was an evaluation of the adaptability trial of *Larix decidua* established in 1975 in the San Germán section of the lands of the Universidad Austral de Chile, 15 km from Valdivia along the north exit. The trial consisted of seven half-sib families whose seeds came from a clonal seed orchard in Germany. The families are arranged randomly in seven blocks of rows of 10 plants, depending on the number of plants that were available of each family.

The general objective was to evaluate the growth and quality of the seven families at this one site. Specific goals were to establish a ranking of the families for trunk volume and other quality characteristics, analyze current-year's growth at the spacing of 300 individuals/ha, and analyze the pattern of annual diameter growth of three trees of the smallest diameter classes in the trial.

The trial was measured according to the CMTF's Technical Protocol 6.2, recording the following information: survival, diameter at breast height, total height, straightness, bifurcation, breakage, branch quality, level of pests, and observations.

Analysis of variance was performed to look for significant differences between families and to establish a family ranking of volume, using the variables diameter at breast height, total height, volume, straightness, and branch quality.

Keywords: *Larix decidua*, Current-year's growth, adaptability, shaft analysis

ANEXO 2

Pauta Técnica N° 6.2 (CMGF, 2001)

Pauta Técnica N° 6.2 (CMGF, 2001)

Edad de medición de los ensayos

La edad de medición de los ensayos de progenie de polinización abierta y controlada establecida por la CMGF, es la siguiente:

Años: 1, 3, 5, 7, 10, 15 y 20.

Esta es la información mínima requerida.

Época de medición de los ensayos

La época ideal de medición es aquella en la cual los árboles presentan “el menor crecimiento”, es decir, entre los meses de Abril y Junio.

Sobrevivencia

Cada árbol se registra si está vivo, muerto o raleado:

0= árbol muerto
1= árbol vivo
2= árbol raleado

Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Se registra el diámetro a 1,3 cm de altura desde el suelo. De estar bifurcado el árbol en el punto de medición se utiliza la fórmula sugerida por la CMGF (2001). El punto de medición del DAP se establece según las instrucciones de Prodan *et al.* (1997). Se aproxima la medición 0,5 cm.

Rectitud (Rec)

La rectitud se evalúa solo en los dos primeros tercios de la altura del árbol, en dos etapas. En la primera se determina a cual de las siguientes categorías pertenece el árbol:

Categoría inferior = árbol para raleo, solo utilizable para pulpa.

Categoría media = árbol acompañante a los remanentes en caso de no existir mejores, que presenta pérdida parcial de productividad.

Categoría superior = árbol remanente de raleo, deseable para la corta final.

Posteriormente se asignan los valores de 1 ó 2 para la categoría inferior, 3 o 4 para la categoría media y 5 ó 6 para la categoría superior, de acuerdo a la siguiente pauta:

Altura total (ALT)

Con hipsómetro Suunto se registra la altura total de cada árbol en pie, en metros, aproximando a un decimal.

Bifurcación (BIF)

Si los árboles presentan una bifurcación en la cual el diámetro de la rama más pequeña equivale a por lo menos la mitad del diámetro de la rama dominante, se registran como bifurcados:

0= árbol sin bifurcación
1= árbol con bifurcación

Quebradura (Qbr)

En cada árbol se registra la quebradura en la punta:

0= árbol no quebrado
1= árbol quebrado

Daño mecánico (Damec)

En cualquier sección del fuste se registra la incidencia de daños mecánicos de acuerdo a:

0= árbol sin daño mecánico
1= árbol con daño mecánico

1= árbol con curvatura que lo descalifica en el medio inferior (primera troza).

2= árbol con curvatura que lo descalifica en el medio superior (segunda troza).

3= árbol con pérdida económica por curvatura en el medio inferior (primera troza).

4= árbol con pérdida de productividad en el medio superior (segunda troza).

5= árbol con leve deficiencia en el medio inferior (primera troza).

6= árbol sin problemas; puede tener una leve curvatura en la zona superior.

Cuando se tiene duda entre una u otra categoría se asigna la mejor, con el menor puntaje dentro de esa categoría. Al existir dudas solamente con el puntaje dentro de una categoría, se asigna el mejor valor.

Calidad de ramas (CalRam)

Mientras se hace la evaluación de esta variable se analiza el diámetro de ramas, su ángulo de inserción, su distribución y número de verticilos en el fuste, dando mayor importancia a las primeras dos trozas de 5,5 m de longitud cada una. Como en el caso anterior, primero se asigna al árbol una de las siguientes categorías:

Categoría inferior = árbol para con serias limitaciones para la producción de madera libre de defectos, para raleo, solo utilizable para pulpa.

Categoría media = árbol con deficiencias en una o más variables que aumentará el cilindro defectuoso, acompañante a los remanentes en caso de no existir mejores, que presenta pérdida parcial de productividad.

Categoría superior = árbol con todas las variables de ramificación en buen estado, deseable para la corta final.

A continuación se asignan los valores de 1 ó 2 a la categoría inferior, 3 ó 4 a la categoría media, 5 ó 6 a la categoría superior, de acuerdo a la siguiente pauta:

1= árbol con deficiencia extrema en diámetro de ramas y otra variable.

2= árbol con deficiencia extrema en diámetro ó ángulo de ramas con una distribución en cualquiera de las categorías.

3= árbol con deficiencia extrema en alguna variable, excepto en diámetro de ramas (por ejemplo, ramas de diámetro regular, ángulo regular y distribución mala).

4= árbol con deficiencia no extremas en todas las variables de rama; podría tener deficiencia extrema en alguna variable, excepto en diámetro de ramas (por ejemplo, ramas de ángulo agudo, de bajo diámetro y adecuada distribución).

5= árbol con alguna deficiencia en algunas de las variables, no puede presentar deficiencia en diámetro y ángulo a la vez.

6= árbol sin problemas que presenta una óptima combinación de todas las variables que califican ramas.

Ante las dudas se utiliza el mismo procedimiento que el de la variable anterior.

Cola de zorro

Se registra cada árbol si presenta cola de zorro.

0= árbol sin cola de zorro

1= árbol con cola de zorro

Peste

Se registran las evidencias de daño provocado por insectos, hongos o enfermedades.

0= árbol sin peste

1= árbol con peste

Observaciones (OBS)

Cualquier observación adicional se registra con valores de 1 a 99, según los requerimientos que se presentan al momento de la medición.

ANEXO 3

Individuos muestreados por familia para el ensayo

Cuadro 1. Individuos muestreados por familia para el ensayo

Nº Bloque	Familia	Altura (m)	DAP (cm)	Volumen (m ³)	Rectitud	Calidad De ramas
1	4	23,0	25,8	0,49	4	4
1	4	21,0	33,8	0,77	5	4
1	4	24,0	27,3	0,58	5	4
1	4	23,5	28,8	0,63	4	4
1	4	22,5	20,5	0,31	3	4
1	1	20,0	32,5	0,69	6	4
1	1	21,3	27,8	0,53	6	4
1	1	22,0	31,8	0,72	5	4
1	1	27,0	34,5	1,02	5	5
1	6	25,2	33,5	0,91	4	4
1	6	25,5	29,3	0,70	5	5
1	6	24,5	25,5	0,51	4	3
1	6	22,9	26,0	0,50	4	3
1	3	24,2	24,5	0,47	6	5
1	3	24,0	24,5	0,47	4	5
1	3	24,5	28,5	0,64	2	4
1	3	24,8	26,8	0,57	6	5
1	3	23,9	27,0	0,56	5	5
1	5	25,3	27,3	0,60	6	6
1	5	25,5	24,8	0,50	3	3
1	5	17,0	12,0	0,08	6	5
1	5	22,0	20,5	0,30	6	6
1	2	25,0	31,3	0,78	5	5
1	2	23,5	20,8	0,33	5	5
1	2	27,5	32,5	0,93	6	4
1	2	24,5	27,3	0,59	6	4
1	7	24,0	25,5	0,51	3	4
1	7	23,0	24,8	0,46	5	5
1	7	25,0	31,3	0,78	5	5
1	7	24,8	22,6	0,41	5	6
1	7	25,8	20,9	0,36	6	6
2	3	20,5	32,3	0,69	4	4
2	3	18,5	13,8	0,11	4	4
2	3	27,0	27,3	0,64	6	6
2	3	24,5	23,5	0,44	6	6
2	3	27,5	35,5	1,10	5	5
2	2	24,0	25,5	0,51	6	5
2	2	24,5	27,3	0,59	4	5
2	2	23,5	24,8	0,47	5	6
2	2	24,9	30,3	0,73	3	3
2	4	23,8	26,0	0,52	5	5
2	4	24,8	30,5	0,74	6	5
2	4	25,5	21,3	0,37	4	4
2	4	23,5	25,3	0,49	5	4
2	4	26,5	29,3	0,73	5	5
2	6	25,0	17,8	0,25	3	5
2	6	25,5	21,5	0,38	5	6
2	6	22,0	16,8	0,20	4	5
2	6	25,5	24,3	0,48	4	4
2	6	24,8	25,0	0,50	4	5

2	1	24,0	30,8	0,73	5	4
2	1	25,5	31,0	0,79	6	5
2	1	27,5	32,0	0,90	6	5
2	1	23,0	26,3	0,51	5	5
2	7	26,0	29,3	0,71	5	4
2	7	19,8	16,5	0,18	4	3
2	7	22,5	20,0	0,29	5	5
2	7	22,5	22,5	0,37	6	5
2	5	27,0	25,3	0,55	6	6
2	5	22,3	17,3	0,22	6	6
2	5	26,5	25,8	0,57	4	5
2	5	26,5	28,8	0,70	5	6
2	5	24,5	29,3	0,68	5	5
3	2	27,0	30,3	0,79	4	5
3	2	25,0	25,0	0,50	6	4
3	2	23,3	28,0	0,59	4	4
3	2	32,5	33,3	1,14	5	4
3	2	27,0	25,5	0,56	4	4
3	3	22,5	22,0	0,35	6	6
3	3	23,5	18,0	0,25	6	5
3	3	24,5	24,8	0,49	4	5
3	3	25,3	23,9	0,46	5	4
3	4	24,5	32,8	0,84	5	4
3	4	24,0	22,0	0,38	4	4
3	4	24,3	33,1	0,85	6	5
3	4	23,0	22,0	0,36	4	4
3	4	24,0	23,8	0,44	6	4
3	5	23,8	23,0	0,41	5	5
3	5	24,5	24,8	0,49	5	5
3	5	23,0	18,3	0,25	4	6
3	5	23,3	19,0	0,27	4	5
3	5	24,3	32,0	0,80	5	5
3	1	27,5	34,8	1,06	6	5
3	1	25,0	33,8	0,91	5	4
3	1	18,3	16,5	0,16	6	4
3	1	25,3	29,5	0,71	4	5
3	1	26,0	29,6	0,73	5	5
3	6	22,5	28,3	0,58	5	6
3	6	23,0	20,0	0,30	4	5
3	6	21,0	17,8	0,22	5	4
3	6	24,0	27,8	0,60	2	3
4	6	24,5	24,8	0,49	3	4
4	1	23,5	27,5	0,57	6	5
4	1	22,5	21,8	0,35	6	5
4	1	25,0	38,0	1,15	5	4
4	1	24,5	27,3	0,59	6	5
4	3	21,0	16,3	0,18	4	6
4	3	25,0	28,0	0,63	5	5
4	3	21,5	15,8	0,17	3	3
4	6	26,0	37,0	1,13	4	4
4	6	21,5	22,3	0,35	5	5
4	6	23,0	23,0	0,40	5	6
5	6	26,5	26,3	0,59	6	5
5	6	22,8	21,8	0,35	3	4
5	6	24,5	31,8	0,79	6	5
5	6	19,5	15,0	0,14	4	4

5	6	28,8	25,8	0,61	4	5
5	1	23,3	37,5	1,05	6	4
5	1	23,5	34,8	0,91	5	5
5	1	24,5	32,5	0,83	5	5
5	1	25,0	30,8	0,76	6	5
5	3	23,0	24,8	0,46	6	6
5	3	19,0	14,8	0,13	4	4
5	3	21,0	16,5	0,19	3	4
5	3	27,0	28,0	0,68	4	5
6	3	24,0	21,0	0,34	4	5
6	1	24,0	26,8	0,56	4	4
6	1	27,0	31,3	0,84	5	5
6	1	23,5	28,0	0,60	5	4
6	1	26,0	32,3	0,87	6	6
6	6	24,0	30,5	0,72	5	4
6	6	23,5	26,0	0,51	3	3
6	6	24,0	25,3	0,50	5	5
6	3	21,0	21,1	0,31	5	6
6	3	22,0	22,0	0,35	5	5
6	3	25,5	27,5	0,62	5	5
6	3	24,0	34,3	0,90	5	4
7	6	22,5	19,8	0,29	5	5
7	6	25,5	28,3	0,65	2	3
7	6	23,3	28,5	0,61	4	5
7	6	19,5	21,3	0,29	4	4
7	3	25,0	27,3	0,60	5	4
7	3	28,0	34,8	1,08	5	5
7	6	24,0	26,8	0,56	4	4
7	6	21,8	21,8	0,34	5	5
7	1	26,3	27,8	0,65	4	5
7	1	21,8	24,5	0,43	6	5
7	1	24,3	20,5	0,33	5	4
7	5	23,6	28,3	0,61	5	4
7	4	25,8	40,0	1,31	6	3
7	4	22,8	24,3	0,43	5	4
7	4	23,3	19,8	0,29	4	4
7	4	23,5	30,5	0,71	5	3

ANEXO 4

Valores dasométricos de los árboles mayores seleccionados

Cuadro 1. Valores dasométricos de los árboles mayores seleccionados

BLOQUE	FAMILIA	ARBOL	SECCION	ALTURA	DCC (cm)	DSC (cm)	Esp. Corteza (cm)
5	6	7	1	0,3	36,5	35,0	3,5
5	6	7	2	1,3	31,6	27,5	2,9
5	6	7	3	2,3	29,5	26,6	2,9
5	6	7	4	3,3	28,2	25,5	3
5	6	7	5	4,3	28,0	24,5	3
5	6	7	6	5,3	27,7	24,3	2,9
5	6	7	7	6,3	27,5	24,4	2,9
5	6	7	8	7,3	27,3	24,4	2,7
5	6	7	9	8,3	26,8	24,5	2,3
5	6	7	10	9,3	26,0	24,2	1,8
5	6	7	11	10,3	24,9	22,9	2
5	6	7	12	11,3	24,7	23,0	1,7
5	6	7	13	12,3	23,6	21,8	1,8
5	6	7	14	13,3	24,1	21,2	1,7
5	6	7	15	14,3	21,0	18,0	1,7
5	6	7	16	15,3	20,0	18,4	1,6
5	6	7	17	16,3	19,6	17,7	1,9
5	6	7	18	17,3	17,7	16,2	1,5
5	6	7	19	18,3	17,1	15,4	1,7
5	6	7	20	19,3	15,6	14,3	1,3
5	6	7	21	20,3	14,4	13,0	1
5	6	7	22	21,3	13,9	13,3	0,6
3	1	2	1	0,3	42,0	37,5	4,8
3	1	2	2	1,3	35,3	31,0	3,9
3	1	2	3	2,3	32,0	29,0	3
3	1	2	4	3,3	30,1	28,4	2
3	1	2	5	4,3	30,3	27,6	2,5
3	1	2	6	5,3	30,3	27,0	2,5
3	1	2	7	6,3	29,0	26,7	2,3
3	1	2	8	7,3	27,9	25,8	2,1
3	1	2	9	8,3	27,4	25,2	2,2
3	1	2	10	9,3	27,3	25,2	2,1
3	1	2	11	10,3	26,2	23,8	2,4
3	1	2	12	11,3	25,0	22,7	2,3
3	1	2	13	12,3	24,8	23,6	1,2
3	1	2	14	13,3	23,8	22,2	1,6
3	1	2	15	14,3	22,1	18,5	1,9
3	1	2	16	15,3	20,8	18,8	2
3	1	2	17	16,3	20,6	18,6	2,2
3	1	2	18	17,3	19,5	17,4	2,1
3	1	2	19	18,3	18,2	16,3	1,9
3	1	2	20	19,3	17,4	16,3	1,1
3	1	2	21	20,3	15,2	13,5	1,1
2	4	8	1	0,3	36,4	34,5	4,1
2	4	8	2	1,3	29,2	26,0	2,5
2	4	8	3	2,3	28,0	25,3	2,7
2	4	8	4	3,3	27,0	25,0	2,2
2	4	8	5	4,3	26,4	24,1	2,1
2	4	8	6	5,3	26,5	23,6	2
2	4	8	7	6,3	25,5	23,5	2,1
2	4	8	8	7,3	25,1	23,2	1,9

2	4	8	9	8,3	24,8	22,9	1,9
2	4	8	10	9,3	24,6	22,8	1,8
2	4	8	11	10,3	23,3	21,7	1,6
2	4	8	12	11,3	22,2	20,4	1,8
2	4	8	13	12,3	22,7	20,5	2,2
2	4	8	14	13,3	21,6	20,1	1,5
2	4	8	15	14,3	19,9	18,0	1,4
2	4	8	16	15,3	20,1	18,4	1,7
2	4	8	17	16,3	19,0	17,4	1,6
2	4	8	18	17,3	18,1	16,5	1,6
2	4	8	19	18,3	17,4	16,2	1,2
2	4	8	20	19,3	14,1	13,1	1
2	4	8	21	20,3	14,0	12,8	0,9

ANEXO 5

Valores medios y coeficientes de variación para las variables de interés a nivel familiar

Cuadro 1. Valores medios y coeficientes de variación para las variables de interés a nivel familiar.

Variable	Familias						
	1	2	3	4	5	6	7
DAP (cm)	29,70	27,80	24,40	27,20	23,70	24,80	23,70
CV(%)	16,50	12,90	24,40	19,80	22,80	20,10	19,40
Máximo	38,00	33,25	35,50	40,00	32,00	37,00	31,25
Mínimo	16,50	20,75	13,75	19,75	12,00	15,00	16,50
ALT (m)	24,20	25,60	23,60	23,80	23,90	23,80	23,70
CV(%)	9,20	9,80	10,20	5,20	10,20	8,40	8,40
Máximo	27,50	32,50	28,00	26,50	27,00	28,75	26,00
Mínimo	18,25	23,25	18,50	21,00	17,00	19,50	19,75
VOL (m³)	0,7123	0,6542	0,4963	0,592	0,4681	0,4984	0,5
CV(%)	33,2	32,9	51,9	42,3	44,1	43,4	19,9
Máximo	1,1523	1,1368	1,1032	1,3109	0,7983	1,1348	0,7841
Mínimo	0,1637	0,3288	0,1132	0,2948	0,0777	0,1429	0,1761
Rect	5,37	4,85	4,71	4,79	5	4,19	4,89
CV(%)	12,81	20,37	22,25	17,85	18,52	23,38	18,98
Máximo	6	6	6	6	6	6	6
Mínimo	4	3	2	3	3	2	3
CalRam	4,67	4,46	4,86	4,11	5,20	4,45	4,78
CV(%)	11,89	17,40	16,54	13,81	16,57	19,96	20,34
Máximo	6	6	6	5	6	6	6
Mínimo	4	3	3	3	3	3	3
Nº de individuos	28	14	28	19	15	31	10

ANEXO 6

Análisis de Varianza

Cuadro 1. Análisis de Varianza para la variable volumen.

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Valor F	P-valor
Inter-grupos	1,25	6	0,21	3,88	0,001
Intra-grupos	7,28	136	0,05		
Total	8,53	142			

Cuadro 2. Análisis de Varianza para la variable DAP.

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Valor F	P-valor
Inter-grupos	662,014	6	110,336	4,146	0,001
Intra-grupos	3592,907	135	26,614		
Total	4254,921	141			

Cuadro 3. Análisis de Varianza para la variable altura total.

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Valor F	P-valor
Inter-grupos	38,808	6	6,468	1,401	0,218
Intra-grupos	627,727	136	4,616		
Total	666,535	142			

Cuadro 4. Análisis de Varianza para la variable rectitud.

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Valor F	P-valor
Inter-grupos	21,074	6	3,512	4,138	0,001
Intra-grupos	114,588	135	0,849		
Total	135,662	141			

Cuadro 5. Análisis de Varianza para la variable calidad de ramas.

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Valor F	P-valor
Inter-grupos	13,137	135	2,189	3,691	0,001
Intra-grupos	80,082	141	0,593		
Total	93,218				