



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales

## **Largo de traqueidas en 7 familias de *Larix decidua* Miller.**

Patrocinante: Sr. Juan E. Diaz-vaz

Trabajo de Titulación presentado  
como parte de los requisitos para optar  
al Título de **Ingeniero en Maderas.**

**ANDRÉS RICARDO MEZA BARRIENTOS**

VALDIVIA

2006

## CALIFICACIÓN DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

		<b>Nota</b>
Patrocinante:	Sr. Juan E. Diaz-vaz O.	6,2
Informante:	Sr. Fernando Droppelmann F.	6,1
Informante:	Sra. Silvana Mariani A.	6,0

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. Juan E. Diaz-vaz O.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero que todo agradezco a mis papás, a mi hermano Felipe, mis abuelos, y mi familia, todos ellos son muy importantes para mí, y lo serán por siempre. Gracias por apoyarme siempre, y ayudarme a superar los malos momentos. Los quiero mucho.

También le doy las gracias a mi profesor patrocinante y mis profesores informantes, me gustaría agradecer especialmente a la profesora Alicia Fernández, quien fue de mucha ayuda y me dio valiosos consejos. También agradezco al personal del taller por toda su ayuda y buena onda.

Doy las gracias igualmente a mis amigos, por toda la vida en la “U” y fuera de ella, no los nombraré para no dejar fuera a nadie, ustedes saben quienes son.

Te dejé para el último, pero tú sabes que eres muy importante para mí, gracias por ayudarme en todo, aunque fueran labores pesadas, siempre me acompañaste y me diste ánimo, no sólo en la tesis, sino en todas las cosas, te amo mucho Cristina.

## ÍNDICE DE MATERIAS

	Página
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	<b>2</b>
<b>2.1 Antecedentes generales de la especie</b>	<b>2</b>
2.1.1 Clasificación Taxonómica	2
2.1.2 Distribución Geográfica	3
2.1.3 Características botánicas	3
2.1.4 Requerimientos Ecológicos	4
2.1.5 Características macroscópicas de la madera	4
2.1.6 Características microscópicas de la madera	4
2.1.7 Características tecnológicas y usos	5
<b>2.2 Antecedentes generales acerca de las traqueidas.</b>	<b>6</b>
2.2.1 Traqueidas	6
2.2.2 Importancia del largo de Traqueidas	6
2.2.3 Variabilidad del largo de Traqueidas	6
2.2.4 Factores que afectan el largo de Traqueidas	8
2.2.5 Métodos generales de determinación del largo de traqueidas	9
<b>3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Materiales</b>	<b>10</b>
3.1.1 Material experimental	10
3.1.2 Accesorios y equipos	11
<b>3.2 Método</b>	<b>11</b>
3.2.1 Procedimiento de selección de árboles	11
3.2.2 Procedimiento de obtención de probetas	11
3.2.3 Procedimiento de maceración de probetas	13
3.2.4 Método de medición del largo de traqueidas	14
<b>3.3 Diseño experimental</b>	<b>14</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>15</b>
<b>4.1 Largo de fibra en diámetro.</b>	<b>16</b>
<b>4.2 Largo de fibra en altura.</b>	<b>17</b>
<b>4.3 Largo de fibra por familia.</b>	<b>20</b>
4.3.1 Largo de fibra por familia según posición en el diámetro	22
4.3.2 Largo de fibra por familia según altura	23
4.3.3 Largo de fibra por familia según diámetro y altura	24

<b>4.4</b>	<b>Largo de fibra entre árboles de una misma familia.</b>	<b>25</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES.</b>	<b>26</b>
<b>6.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	<b>27</b>
	<b>ANEXOS</b>	
<b>1</b>	<b>Abstract</b>	
<b>2</b>	<b>Diseño estadístico</b>	
<b>3</b>	<b>Estadística descriptiva</b>	
<b>4</b>	<b>Estadística descriptiva por familia</b>	
<b>5</b>	<b>Datos generales acerca de los árboles en estudio</b>	

## INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1	Ejemplar de <i>Larix decidua</i> . 2
Figura 2	Distribución geográfica nativa de <i>Larix decidua</i> . 3
Figura 3	Distribución promedio del largo de traqueidas en el árbol, para <i>Pinus radiata</i> . 7
Figura 4	Distribución de árboles por familia dentro de la plantación. 10
Figura 5	Ubicación de rodelas en las 3 alturas del árbol. 12
Figura 6	Forma de obtener las probetas a partir de una rodela. 12
Figura 7	Cuña seccionada en tres probetas. 13
Figura 8	Portadiapositiva con fibras. 14
Figura 9	Promedios de largo de fibra con intervalos de confianza al 95%, para distintas secciones en el diámetro. 17
Figura 10	Promedios de largo de fibra con intervalos de confianza al 95%, para distintas secciones en la altura. 18
Figura 11	Comparación del largo de fibra entre secciones en diámetro y alturas 19
Figura 12	Promedios de largo de fibra con intervalos de confianza al 95%, ordenado según familias con mayor largo de fibra. 21
Figura 13	Largo de fibra por familia según posición en el diámetro. 22
Figura 14	Largo de fibra por familia según altura. 23
Figura 15	Largo de fibra por familia según diámetro y altura. 24
Figura 16	Largos de fibra para los árboles de las 7 familias. 25

## INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1	Resumen de medidas estadísticas. <b>15</b>
Cuadro 2	Tabla ANOVA para largo de fibra con 3 factores. 15
Cuadro 3	Comparaciones múltiples según método de Tukey con 95% de confianza, para el factor diámetro. 16
Cuadro 4	Comparaciones múltiples según método de Tukey con 95% de confianza, para el factor altura. 17
Cuadro 5	Comparaciones múltiples según método de Tukey con 95% de confianza, para el factor familia. 20
Cuadro 6	Comparaciones múltiples de Tukey entre las distintas familias para las 3 secciones en el diámetro. 22
Cuadro 7	Comparaciones múltiples de Tukey entre las distintas familias para las 3 secciones en altura. 23

## RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo general del estudio fue evaluar diferencias significativas en el largo de fibra entre 7 familias diferentes de la especie *Larix decidua*, pertenecientes a un ensayo de adaptabilidad de familias de medios hermanos de 30 años de edad.

Se utilizaron 8 árboles por cada una de las 7 familias. De cada árbol se obtuvo 3 rodelas en altura, a  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{3}{4}$  de su altura comercial; de cada rodela se obtuvo a su vez una cuña, la cual se seccionó en 3 probetas, de 6 anillos las 2 primeras, y la última abarcando los anillos restantes. Se midieron 50 traqueidas por probeta, la medición se realizó mediante la proyección de la maceración en una tableta digitalizadora.

Los resultados indican que *Larix decidua* presentó un largo de fibra promedio considerando todas las alturas y secciones del diámetro de 2,52 mm con una desviación estándar de 0,4.

En el análisis en diámetro se observó claramente el aumento del largo de fibra desde médula a corteza, donde se encontraron diferencias significativas entre las secciones, 2,14 mm para los anillos 1-6, 2,6 mm para los anillos 7-12 y 2,83 mm para los anillos 13 y más.

En tanto no se encontraron diferencias significativas entre las distintas alturas.

Comparando entre familias se encontraron diferencias significativas, con promedios de 2,71 mm para la familia con mayor largo de fibra y 2,42 mm para la de menor largo de fibra.

Las diferencias entre familias teniendo en cuenta las secciones en el diámetro fueron significativas, en todas las familias se observó el aumento del largo de fibra desde médula a corteza. En tanto las diferencias entre familias teniendo en cuenta las distintas alturas no resultaron significativas, además se encontraron discrepancias entre las tendencias, puesto que en algunas familias a mayor altura, mayor largo, mientras que en otras sucedía lo contrario.

También se encontraron diferencias significativas entre árboles de una misma familia, existiendo gran variabilidad.

Palabras claves: Variación, propiedades madera, fibra.



## 1. INTRODUCCION

El sector forestal es uno de los más importantes de nuestra economía, esto se ha logrado en gran medida por el conocimiento de las principales especies productivas, las que han permitido desarrollar los mercados existentes e incluso crear mercados nuevos, a la vez de dar el impulso necesario a la investigación, para así buscar especies forestales alternativas.

Bajo este concepto se hace interesante evaluar las principales características de maderas no utilizadas masivamente. Dentro de las características que permiten evaluar una madera destacan la contracción, la densidad y el largo de traqueidas, ya que permiten conocer buena parte de la información requerida de una madera.

Este estudio se centró en el largo de traqueidas, y tuvo como principal objetivo determinar si existen diferencias en el largo de fibra entre familias de la especie *Larix decidua*.

### **Objetivo general:**

- Determinar si existen diferencias significativas en el largo de fibra entre las 7 distintas familias.

### **Objetivos específicos:**

- Determinar si existen diferencias significativas en el largo de fibra entre las 3 secciones del diámetro.
- Determinar si existen diferencias significativas en el largo de fibra entre las 3 secciones en altura.
- Determinar si existen diferencias significativas en el largo de fibra entre árboles de una misma familia.

## 2. MARCO TEÓRICO.

### 2.1. Antecedentes generales de la especie.

#### 2.1.1. Clasificación taxonómica.

Nombre científico: *Larix decidua* Mill

Nombre común: Alerce europeo

Sinónimos: *Larix europaea* DC.

Familia: Pinaceae

Etimología: *Larix*, nombre clásico del alerce. *Decidua*, del latín *deciduus-a-um* = deciduo, caducifolio, por sus acículas caedizas.



Figura 1. Ejemplar de *Larix decidua*.

### 2.1.2. Distribución Geográfica.

Es una especie frecuente en las montañas europeas. Se presenta en los Alpes occidentales, centrales y orientales, desde los 400 hasta los 2.200 m de altitud; en los Cárpatos orientales, desde los 1.000 a los 2.000 m; en los Tatras desde los 700 hasta los 1.800 m y en Polonia alcanza la mínima altitud entre 150 y 600 m. (Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, 1996)

En la figura 2 se muestra su distribución geográfica natural, donde los puntos negros indican tierras bajas, mientras que los puntos blanco-negros indican tierras altas.

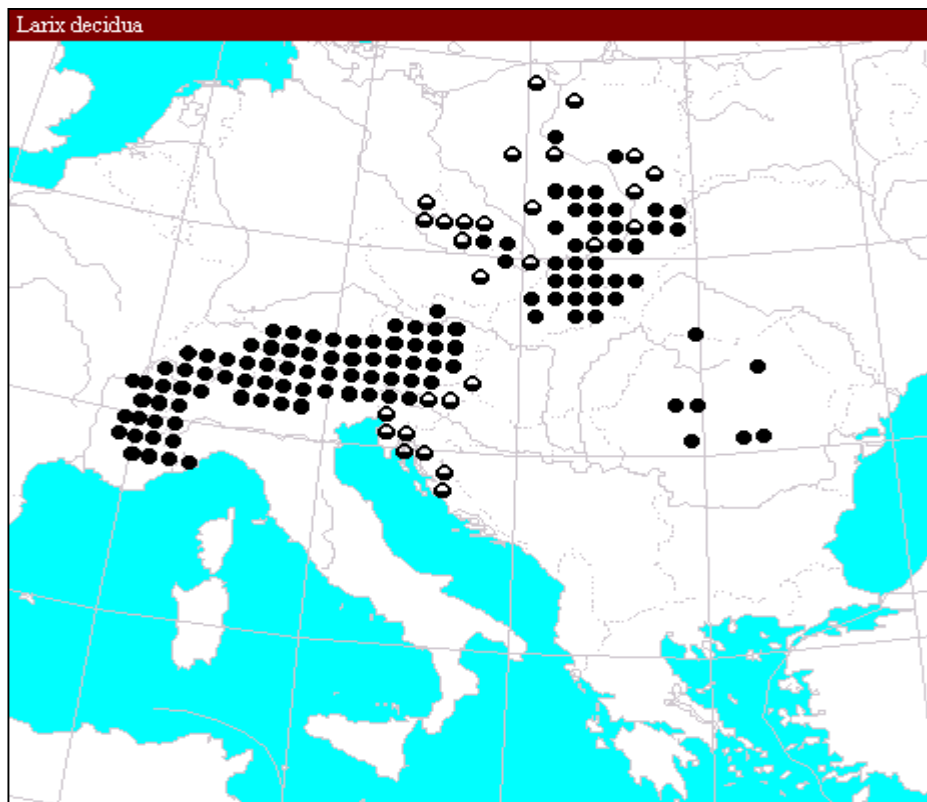


Figura 2. Distribución geográfica nativa de *Larix decidua*. (Fuente Forestry Compendium)

### 2.1.3. Características botánicas.

Árboles de talla media, entre 25 y 30 m pudiendo alcanzar los 60 m, su tronco es recto y su fuste cónico. Es una especie monoica con acículas lineales de sección cuadrangular o triangular, caducas. Posee inflorescencias masculinas en amentos compuestos de brácteas y escamas, ambas inflorescencias se suelen presentar en ramas cortas. Tiene conos de maduración anual; las escamas leñosas no se desarman. Las semillas se liberan por dehiscencia de las escamas y son aladas. El

cono a menudo es persistente. (Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, 1996).

#### 2.1.4. *Requerimientos Ecológicos.*

*Larix decidua* crece bajo un clima continental, es una especie de tierras altas con una gran adaptabilidad ecológica, frecuentemente encontrada en bosques boreales, poblaciones sucesorias tempranas, y tierras abiertas cerca de la línea de bosque alpino.

Siendo una especie decidua, posee una excepcional resistencia a las heladas de invierno. Prefiere regiones con lluvia regular y abundante. (Forestry compendium 1998-2000).

Se adapta bien a una amplia gama de acidez y niveles de fertilidad del suelo. Los valores de pH del terreno medidos en posiciones naturales en los Alpes van de 4,3 a 7,8. La especie se desarrolla muy bien en tierras ricas y pobres, aunque la abundancia de nitrógeno en el terreno puede ser perjudicial. (Forestry compendium 1998-2000).

#### 2.1.5. *Características macroscópicas de la madera.*

Presenta la albura blanco-amarillenta y el duramen de pardo-amarillento a pardo-rojizo e incluso rosa. Sus canales resiníferos son pequeños y escasos, difícilmente visibles con lupa x10. No tiene olor ni sabor característico. Textura de media a gruesa y fibra recta. Anillos de crecimiento bien marcados y a menudo ondulados. (Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, 1996).

#### 2.1.6. *Características microscópicas de la madera.*

Madera con canales resiníferos. Su naturaleza es similar a la de los géneros *Picea* o *Pseudotsuga*, es decir, con células epiteliales de paredes gruesas. El diámetro medio de los canales resiníferos longitudinales se encuentra entre 60 y 90  $\mu\text{m}$ , llegando hasta 135  $\mu\text{m}$ , siendo el número de células epiteliales entre 10 y 12. El diámetro medio de los canales transversales se sitúa entre 25 y 40  $\mu\text{m}$ , y el número de células epiteliales entre 10 y 12. La presencia de estos canales transversales da lugar a un aspecto fusiforme en los radios leñosos multiseriados. (Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, 1996).

Las traqueidas longitudinales son de sección poligonal sin engrosamientos helicoidales. Su diámetro medio en la madera temprana oscila entre 40 y 50  $\mu\text{m}$ , y en la tardía entre 20 y 25  $\mu\text{m}$ , alcanzando una longitud de 4.000  $\mu\text{m}$ . Sobre las paredes de las traqueidas radiales, las punteaduras se disponen en filas uniseriadas y frecuentemente biseriadas en disposición opuesta en la madera temprana. En este último caso aparecen con barras de Sanio. También están presentes en las paredes tangenciales de la madera tardía en disposición uniseriada. El diámetro medio de las punteaduras de la madera temprana oscila entre 20 y 25  $\mu\text{m}$  en las biseriadas, y en

la madera tardía entre 10 y 15  $\mu\text{m}$ . (Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, 1996).

Parénquima longitudinal ausente o muy escaso en posición terminal y en distribución dispersa, de paredes transversales noduladas.

Radios leñosos de dos tipos: uniseriados de 1 a 20 células de altura, los parcialmente biseriados son escasos, multiseriados de 2 a 4 células de anchura en la parte más ancha del radio, en la zona de los canales resiníferos. Punteaduras de los campos de cruce de tipo piceoide con 1 a 10 por campo, generalmente de 4 a 6. Traqueidas radiales no dentadas o muy poco dentadas, en posición marginal y en una sola fila. Nódulos presentes en las paredes axiales de las células de parénquima radial. (Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, 1996)

#### *2.1.7. Características tecnológicas y usos.*

Traqueidas largas y densidad media hacen a la madera de Alerce europeo útil para la fabricación de pulpa y papel. Es usada en mezcla con otras especies para producir papeles de alta calidad y papel de periódico.

En el aspecto negativo de su aptitud pulpable, su madera es única en una característica que ha creado un prejuicio en su contra, ya que contiene altos niveles de extraíbles solubles en agua (arabinogalactano) en su duramen, los cuales interfieren en la reacción de pulpaje normal de sulfito ácido.

Sin embargo es compatible con el proceso Kraft, y ciertos procesos de sulfito ácido modificados. (Forestry compendium 1998-2000).

## **2.2. Antecedentes generales acerca de las traqueidas.**

### *2.2.1. Traqueidas.*

Constituyen aproximadamente el 90% del plan leñoso de las coníferas. Son elementos filiformes muy esbeltos. Sus largos son variables, encontrándose traqueidas de unos 0,5 mm y otras de más de 6 mm. Estas células son de aspecto tubular, están desprovistas de protoplasma y sus extremos son delgados y redondeados.

Dentro del incremento anual se distinguen 2 tipos de traqueidas especiales, las traqueidas resinosas y las traqueidas en cadena. (Diaz-vaz, 2003).

### *2.2.2. Importancia del largo de traqueidas.*

El largo de traqueidas, la densidad y la contracción son las tres determinaciones que entregan gran parte de la información requerida de una madera. (Delmastro *et al*, 1981).

Las correlaciones del largo de traqueidas con otras propiedades de la madera, hacen que esta variable sea importante, ya que no solo lo es para la aptitud pulpable de la especie, sino que también implica ángulos fibrilares más pequeños y contracciones longitudinales menores (Delmastro *et al*, 1981), estas dos cualidades afectan notablemente el secado de la madera ya que influyen en los cambios dimensionales y la anisotropía. (Diaz-vaz, 2003).

Stutz citado por Orell (2004), establece que el largo de traqueidas es sin duda un parámetro importante en las características óptimas de resistencia física de la pulpa en la fabricación de papel.

La longitud de las fibras es importante en las propiedades de resistencia del papel, ya que por ejemplo la resistencia al rasgado de una hoja de papel se determina casi totalmente por el largo de sus fibras, según Clark, citado por Young (1991).

Ulloa citado por Orell (2004), destaca la importancia del estudio de características como el largo de traqueidas y la densidad, por ser éstas claves en la industria de transformación, tanto química como mecánica.

### *2.2.3. Variabilidad del largo de traqueidas.*

La longitud promedio de las traqueidas varía entre las diversas especies, y se ha demostrado que también varía entre árboles de una misma especie, dentro de un mismo árbol, y entre diferentes plantaciones. (Libby, 1967).

- **Variabilidad en el árbol.**

Es aceptado desde el trabajo de Sanio, citado por Delmastro (1981), que el largo de traqueidas aumenta desde la médula a la corteza. Además, se debe destacar que se han encontrado diferencias notorias entre promedios de largo de fibra al separar dentro del diámetro las zonas de madera juvenil, intermedia y madura, en donde se confirma, según estudios, el aumento del largo de fibras desde la madera juvenil a la madera madura (Delmastro *et al*, 1981). Esto se explica por el hecho de que la parte central del árbol presenta forma, estructura y disposición de células diferentes a las de la periferia, estos cambios de longitud de las traqueidas se relacionan con los cambios de longitud que se producen en las células iniciales fusiformes del cambium. (Diaz-vaz, 2003). Nicholls y Dadswell (1962), para *Pinus radiata* crecido en Australia, indican que existe un aumento general en la longitud de traqueidas dentro de los primeros 15 anillos de crecimiento, después de eso la longitud de traqueidas sólo aumenta ligeramente o es aproximadamente constante, como se puede ver en la figura 3.

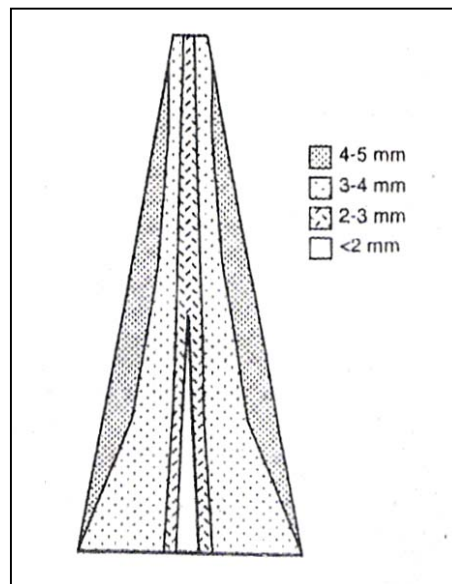


Figura 3. Distribución promedio del largo de traqueidas en el árbol, para *Pinus radiata*. (Fuente: Nicholls; Dadswell, 1962.)

La longitud de traqueidas también muestra alguna variación con la altura del árbol según Harris y Cown, (1991) para *Pinus radiata* crecido en Nueva Zelanda. Al respecto Ortiz citado por Orell (2004) indica un aumento del largo de traqueidas desde la base del árbol hasta un máximo que se ubica a distintas alturas en el fuste y luego disminuye progresivamente hacia partes más altas. Diaz-vaz, (2003) indica que es aceptable considerar que las fibras más largas se encuentran a una altura aproximada de 30% a 40% de la altura total del árbol, este mayor largo se ha relacionado con la menor frecuencia de divisiones anticlinales en esta parte del fuste, sin embargo esta relación no se da siempre, sino que en algunos árboles pareciera

ser que el largo de traqueidas se relaciona más con el crecimiento anual. En oposición a lo anteriormente citado, Delmastro *et al*, 1980 para *Pinus radiata*, señala que el largo de las traqueidas a distintas alturas en el fuste, en anillos de idéntica posición desde la médula, mostró variaciones relativamente pequeñas, especialmente en los anillos cercanos a la médula.

El largo de traqueidas tiene gran variabilidad no sólo en diferentes posiciones en el árbol, sino también dentro del incremento anual, donde el promedio del largo de traqueidas aumenta desde la madera temprana a la madera tardía. (Delmastro *et al*, 1980).

Para finalizar es importante mencionar que la tendencia de variación del largo de traqueidas puede ser modificada como resultado del efecto del ambiente en el cual crecen los árboles (Diaz-vaz, 2003).

- **Variabilidad entre árboles de la misma especie.**

Estudios realizados en *Pinus radiata* demuestran que existen diferencias significativas del largo de las traqueidas, entre árboles de un mismo rodal y entre árboles de distintas ubicaciones geográficas. (Delmastro *et al*, 1981)

#### 2.2.4. Factores que afectan el largo de traqueidas.

- **Medio ambiente.**

El largo de traqueidas es una característica que puede ser influenciada por muchos factores del medio, donde una temperatura más alta, un período vegetativo y fotoperíodos más prolongados, mayores precipitaciones y una mayor fertilidad del suelo favorecerían el largo de traqueidas. (Delmastro *et al*, 1980). Al respecto se puede indicar que la variabilidad producida por el medio ambiente se ve reducida al comparar árboles de una misma plantación, como es el caso de este estudio.

- **Posición sociológica.**

Árboles en estratos dominantes, con una mayor tasa de crecimiento presentan un mayor largo de traqueidas, en comparación con árboles codominantes y suprimidos. (Delmastro *et al*, 1980).

- **Esquemas de Manejo.**

Las intervenciones silviculturales influyen sobre el largo de traqueidas, sin embargo éste carácter varía en relación a la intervención que se haga, por ejemplo una poda prácticamente no afecta ésta característica de la madera, favoreciéndola sólo levemente. El raleo fuerte en cambio, provoca una disminución del largo de traqueidas, además si ésta intervención se acompaña con una disminución del período de rotación, podría significar una disminución del largo de fibras desde un



10% o más. (Delmastro *et al*, 1980). En este estudio se utilizaron árboles sin manejo silvícola.

- **Genética.**

El factor genético expresado en el largo de traqueidas resulta fundamental si se considera que, aparentemente el largo de traqueidas tiene correlación genética positiva con el porcentaje de celulosa y con el diámetro de traqueidas, (Dadswell *et al*, 1962), además debe considerarse que el largo de traqueidas corresponde a un rasgo altamente heredable y por lo tanto debe responder rápidamente a programas de selección, (Orell, 2004). Este factor se ve como el más relevante en este estudio, puesto que se trata de 7 familias diferentes de árboles de la misma edad creciendo en el mismo sitio.

- **Método de Reproducción.**

Algunos estudios realizados en *Pinus radiata* señalan que en ensayos clonales, es decir, con propagación vegetativa, los rametos exhiben mayor largo de traqueidas que sus respectivos ortets, sin embargo, estos rametos presentarían ángulos de grano espiralado mayor, además la densidad de la madera sería menor. (Orell, 2004).

#### 2.2.5. *Métodos generales de determinación del largo de traqueidas.*

Según Delmastro *et al* (1981), en la extracción de muestras para determinar el largo de traqueidas se debe tener en cuenta en primer lugar, si los árboles seleccionados son volteados o no. El volteo de los árboles en estudio permite sacar discos a diferentes alturas de los cuales se obtienen las muestras. Por lo general se subdividen los discos en segmentos cada cierto número de anillos, o al menos se separan entre madera juvenil y madura. Si no es posible voltear todos los árboles considerados en el muestreo, la extracción de tarugos incrementales es un procedimiento normalmente empleado.

### 3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

#### 3.1. Materiales.

##### 3.1.1. Material experimental.

Como material experimental se utilizaron 56 árboles de la especie *Larix decidua* pertenecientes al predio San Germán, propiedad del Centro Experimental Forestal (CEFOR), dependiente de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Austral de Chile, ubicado en la X Región de Los Lagos, en la Provincia y Comuna de Valdivia, sector Cayumapu, a 15 km de la ciudad de Valdivia, entre los 39° 45` 13`` de latitud sur y los 73° 10` 30`` de longitud Oeste.

Los árboles se obtuvieron de un ensayo de adaptabilidad de siete familias de medios hermanos de *Larix decidua*, provenientes de Alemania. Éste ensayo se inició en el año 1975, en el rodal 6 Sector 1 del fundo San Germán de la Universidad Austral de Chile. (Droppelmann, Balocchi, 1986).

El ensayo cubre una superficie de 0,2 ha y la densidad de plantación es de 879 árboles/ha, en el se utilizó un diseño de familias en hileras de 10 plantas, como se ve en la figura 4. Cada número representa un árbol de la familia que indica el número.

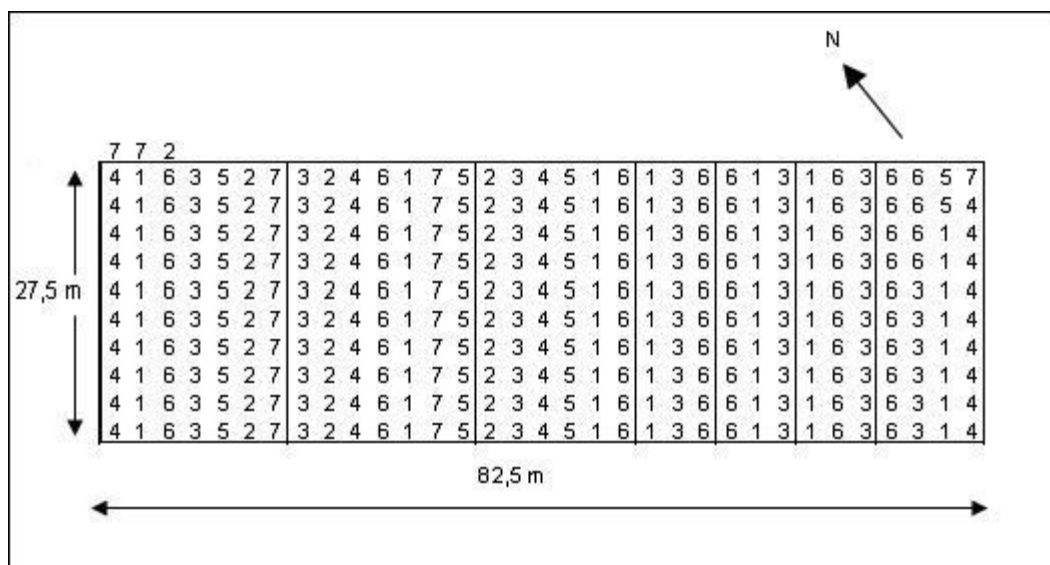


Figura 4. Distribución de árboles por familia dentro de la plantación.

El clima de la zona es del tipo mediterráneo húmedo, caracterizado por precipitaciones que alcanzan promedios anuales de 2.500mm, donde el 75% se encuentra en los meses de Abril y Septiembre. Presenta una humedad relativa superior al 80%. La temperatura media anual es de 12° C (Di Castri, Hajek, 1976).

### 3.1.2. Accesorios y equipos.

El estudio se realizó en el Instituto de Tecnología de Productos Forestales; Universidad Austral de Chile. Se utilizaron los siguientes accesorios y equipos.

- Proyector.
- Tabla digitalizadora.
- Computador.
- Óxido de cromo, ácido nítrico y agua destilada para la maceración.
- Frasco para realizar la maceración.
- Azul de metileno al 1%.
- Vaso de precipitado.
- Embudo Büchner.
- Rejilla fina.
- Portadiapositivas.
- Papel absorbente.
- Huincha adhesiva.
- Tubos de ensayo.

## 3.2. Método.

### 3.2.1. Procedimiento de selección de árboles.

Se utilizaron 8 árboles por cada una de las 7 familias para así poder comparar la variabilidad en el largo de traqueidas entre familias.

El criterio de selección de los árboles fue el siguiente:

- Dos individuos con DAP promedio.
- Dos individuos con + 0,5 y dos con -0,5 de desviación estándar del DAP promedio.
- Un individuo con + 1 y otro con -1 de desviación estándar del DAP promedio.

Sin embargo, por estado sanitario, ubicación dentro del rodal y características de rectitud y forma, no se cumplió a cabalidad este procedimiento, por lo que algunos árboles fueron reemplazados por otros con mejores características.

### 3.2.2. Procedimiento de obtención de probetas.

Para obtener las probetas con las cuales determinar los largos de traqueida, primero se obtuvieron 3 rodelas, a  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{3}{4}$  de la altura total del árbol, de la forma indicada en la figura 6.

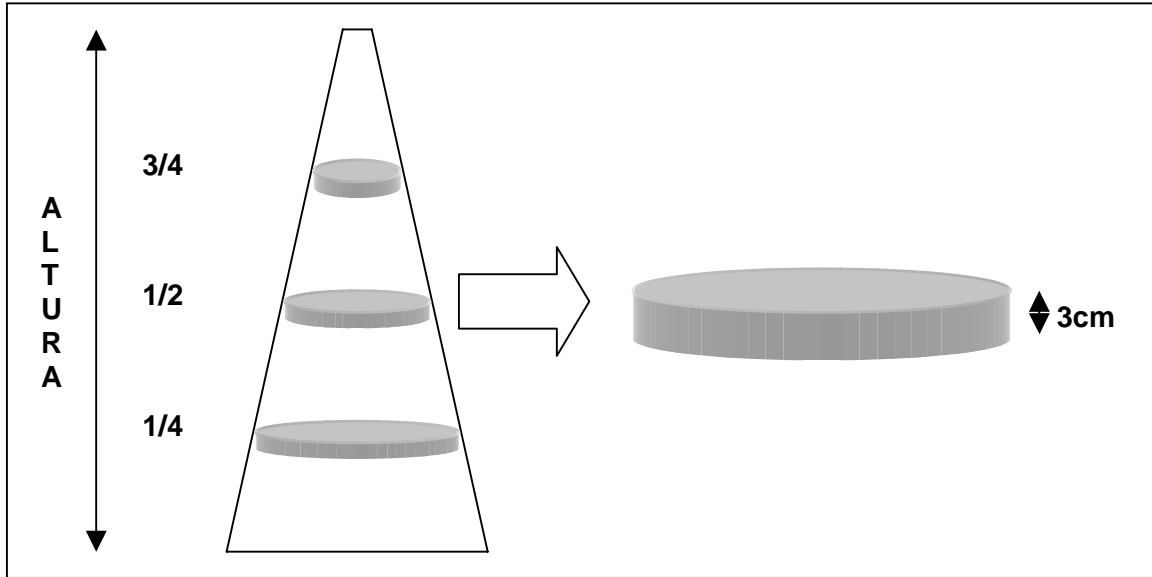


Figura 5. Ubicación de rodela en las 3 alturas del árbol.

De cada rodela, de 3cm de espesor, se extrajo una cuña, la cual fue seccionada a su vez en 3 probetas de ensayo, de las cuales las 2 primeras abarcaron 6 anillos de crecimiento, y la última los anillos restantes tal como indica las figuras 7 y 8. En cada una de ellas se midieron 50 fibras, sin distinción entre madera temprana y tardía.

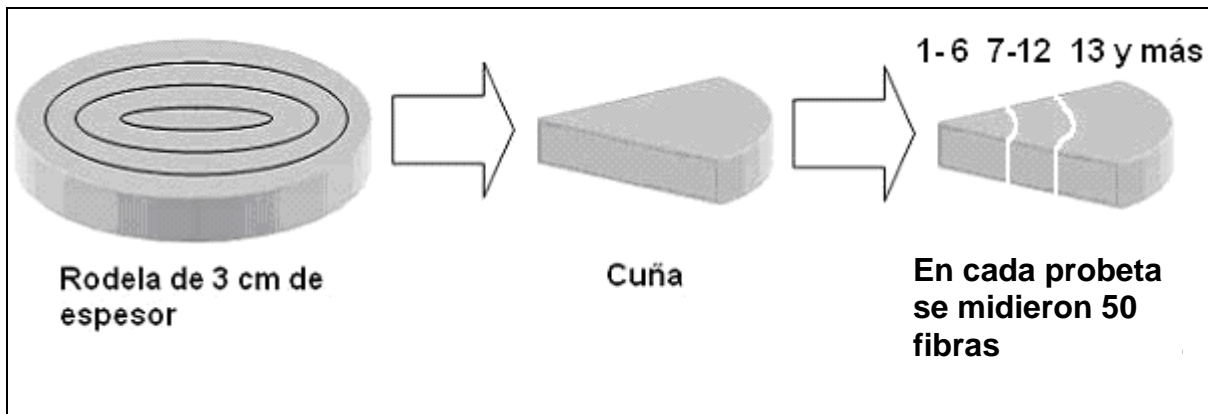


Figura 6. Forma de obtener las probetas a partir de una rodela.



Figura 7. Cuña seccionada en tres probetas.

### 3.2.3. Procedimiento de maceración de probetas.

En total se obtuvieron 168 rodelas divididas entre las alturas 1, 2 y 3. El total de probetas a macerar fue de 494, y la cantidad de fibras medidas ascendió a 24.700.

Las probetas obtenidas en cada etapa fueron maceradas, con la finalidad de lograr la separación de las fibras, al eliminar la lignina que actúa como cementante entre ellas.

Para facilitar la acción de la solución maceradora las probetas se cortaron en dirección paralela a la fibra y no demasiado gruesas, luego se almacenaron en frascos con su numeración correspondiente.

La maceración se realizó en frío, y para esto se usó la mezcla según Jeffrey, que considera 250 g de óxido de cromo, 385 ml de ácido nítrico y 4.365 ml de agua destilada.

De esta mezcla se sacaron 50 ml para cada frasco con probetas, se dejó reposar 4 días, al cabo de este tiempo las fibras ya se maceraron, luego se realizó un lavado con agua caliente y posteriormente un agitado para promover la separación de las fibras.

Las fibras ya separadas se vertieron en tubos de ensayo numerados y luego se tiñeron utilizando azul de metileno al 1%, esto para facilitar la observación de las fibras maceradas.

Después de realizado el teñido, las fibras se dejaron suspendidas en agua en un vaso de precipitado, y se filtraron con una rejilla fina colocada en un embudo Büchner, donde finalmente se fijaron con cinta adhesiva en portadiapositivas para su posterior medición.



Figura 8. Portadiapositiva con fibras.

#### 3.2.4. Método de medición del largo de traqueidas.

La medición de las fibras se realizó con la proyección de las fibras maceradas en una tabla digitalizadora, en cada probeta se realizaron 50 mediciones del largo de fibra.

Esta tabla digitalizadora captura los movimientos realizados con un *mouse* sobre ella, y los asocia a un largo, estos valores son traspasados al computador, donde un software, según Diaz-vaz y Morales, almacena los datos y entrega los resultados de la medición.

### 3.3 Diseño experimental.

Antes de realizar el análisis estadístico se comprobó la normalidad en la distribución de los datos mediante el Test de Chi-cuadrado, así como la homogeneidad de las varianzas mediante el Test de Bartlett (ver ANEXO 2).

Se realizó un análisis de varianza multifactor con el software estadístico STATGRAPHICS 5.1 PLUS para determinar que factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el largo de fibra, y se jerarquizó entre los distintos niveles dentro de cada factor (ver ANEXO 2).

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Para realizar el análisis de varianza no se utilizaron todos los largos de fibra medidos, sino que, de las 50 mediciones de largo de fibra por probeta, se utilizó el promedio de éstas, por lo tanto se utilizaron 494 promedios de largo de fibra (56 árboles\* 9 probetas por árbol – 10 probetas no obtenidas).

El resumen de la estadística descriptiva en general, sin separar entre familias se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Resumen de medidas estadísticas.

	Altura 1/4			Altura 1/2			Altura 3/4			Total
	Anillos 1-6	Anillos 7-12	Anillos 13 y +	Anillos 1-6	Anillos 7-12	Anillos 13 y +	Anillos 1-6	Anillos 7-12	Anillos 13 y +	
<b>Promedio</b>	2,12	2,57	2,79	2,17	2,64	2,86	2,15	2,59	2,87	2,52
<b>Max</b>	2,89	3,34	3,41	2,99	3,35	3,46	2,68	3,08	3,37	3,46
<b>Min</b>	1,54	1,99	1,92	1,64	2,00	2,21	1,61	1,86	2,24	1,54
<b>Desv Est</b>	0,33	0,31	0,34	0,30	0,29	0,28	0,25	0,28	0,24	0,41

El promedio del largo de fibra tomando en cuenta todos los datos sin separar entre familias es de 2,52 mm, este resultado es ligeramente superior al encontrado por Geldres, (1988) en árboles de la misma plantación de este estudio, con valores que fluctuaron entre 2,2 y 2,4 mm como promedio. Esta diferencia puede explicarse por el hecho de que Geldres estudió sólo 2 árboles, los cuales tenían 11 años de edad, por lo que presentaban mayor proporción de madera juvenil y por consiguiente menor largo de fibra.

La tabla ANOVA presentada en el cuadro 2 permite conocer que factores estudiados influyen en forma significativa sobre el largo de fibra.

Cuadro 2. Tabla ANOVA para largo de fibra con 3 factores.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado promedio	F-ratio	P-valor
A: Diámetro	40,2014	2	20,1007	249,18	0,0000 **
B: Altura	0,370075	2	0,185038	2,29	0,1021
C: Familia	4,45455	6	0,742424	9,2	0,0000 **
Interacciones					
AB	0,0612311	4	0,0153078	0,19	0,9437
AC	0,639967	12	0,0533306	0,66	0,7889
BC	1,18351	12	0,0986258	1,22	0,2644
ABC	0,824483	24	0,0343535	0,43	0,9929
Residuo	34,7682	431	0,0806687		
Total (Corregido)	82,6878	493			

\*\* indica influencia significativa sobre el largo de fibra al 95% de confianza

Un p-valor menor a 0,05 indica influencias estadísticas significativas; por lo tanto al ver los resultados, se puede afirmar que el largo de fibra se ve afectado en forma significativa por la ubicación en el diámetro y la familia a la que pertenece el árbol, con un nivel de confianza estadístico del 95%, mientras que la altura no afecta en forma significativa al largo de fibra.

Para determinar entre que niveles de cada factor existieron diferencias significativas, se realizaron comparaciones múltiples con el método de Tukey, para cada factor.

#### 4.1. Largo de fibra en diámetro.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las secciones del diámetro, apreciándose claramente que el largo de fibra aumenta desde la médula a la corteza, ésta tendencia coincide con lo indicado por Delmastro *et al*, (1981).

En la sección que abarca los anillos 1 a 6, correspondiente a madera juvenil se tuvo un promedio de 2,14 mm, en la sección de los anillos 7 a 12, correspondiente a madera intermedia el promedio fue de 2,6 mm, y en la sección más cercana a la corteza, correspondiente a madera madura se obtuvo un promedio de 2, 83 mm, tal como se puede apreciar en el cuadro 3 y en la figura 10.

Cuadro 3. Comparaciones múltiples según método de Tukey con 95% de confianza, para el factor diámetro.

Comparaciones Múltiples para el factor diámetro				
Nivel	Nº obs.	Promedio (mm)	LS Sigma	Grupos homogéneos
1:Anillos 1-6	168	2,14685	0,0219128	A
2:Anillos 7-12	168	2,60071	0,0219128	B
3:Anillos 13 y +	158	2,83761	0,0227562	C
Contraste			Diferencia	
1--2			*-0,453869	
1--3			*-0,690762	
2--3			*-0,236893	
* denota una diferencia estadística significativa				



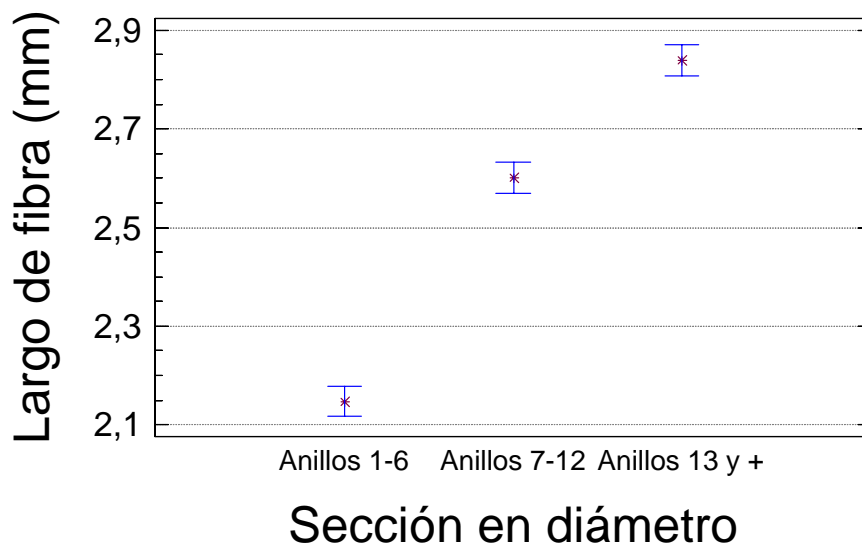


Figura 9. Promedios de largo de fibra con intervalos de confianza al 95%, para distintas secciones en el diámetro.

#### 4.2. Largo de fibra en altura.

No se encontraron diferencias significativas entre las distintas alturas en el fuste (cuadro 4), lo que indica que no se encontró relación lineal entre el largo de fibra y la altura en el fuste.

Cuadro 4. Comparaciones múltiples según método de Tukey con 95% de confianza, para el factor altura.

Comparaciones múltiples para el factor altura				
Nivel	Nº obs.	Promedio (mm)	LS Sigma	Grupos homogéneos
A: 1/4 altura	168	2,49202	0,0219128	A
C: 3/4 altura	158	2,536	0,0227562	A
B: 1/2 altura	168	2,55714	0,0219128	A
Contraste			Diferencia	
A--B			-0,065119	
A--C			-0,0439768	
B--C			0,0211423	
* denota una diferencia estadística significativa				

La altura correspondiente a  $\frac{1}{4}$  de la altura total del árbol presentó un promedio de 2,49 mm, a  $\frac{1}{2}$  se obtuvo un promedio de 2,55 mm, y a  $\frac{3}{4}$  el promedio fue de 2,53 mm. (Figura 10).

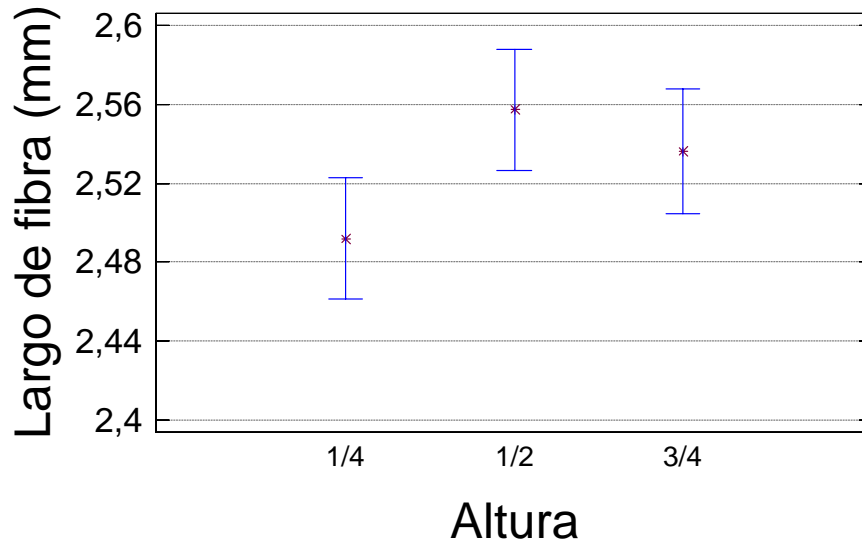


Figura 10. Promedios de largo de fibra con intervalos de confianza al 95%, para distintas secciones en la altura.

Estudios realizados en *Pinus radiata* por Delmastro *et al*, (1980) afirman que el largo de traqueidas a distintas alturas en el fuste, muestra variaciones relativamente pequeñas, especialmente en los anillos cercanos a la médula; a su vez Diaz-vaz, (2003) indica que existe un aumento en el largo de traqueida desde la base hasta una cierta altura en el árbol, por lo que los resultados de éste estudio se ajustan a lo indicado por la bibliografía.

Al analizar el largo de fibra en altura según las secciones del diámetro, se observa que la altura  $\frac{1}{4}$  es siempre la de menor largo de fibra, mientras que la altura  $\frac{1}{2}$  es siempre la mayor, con la excepción de la madera de los anillos 13 y más, que presentaron el mayor largo en la altura  $\frac{3}{4}$  (Figura 11).

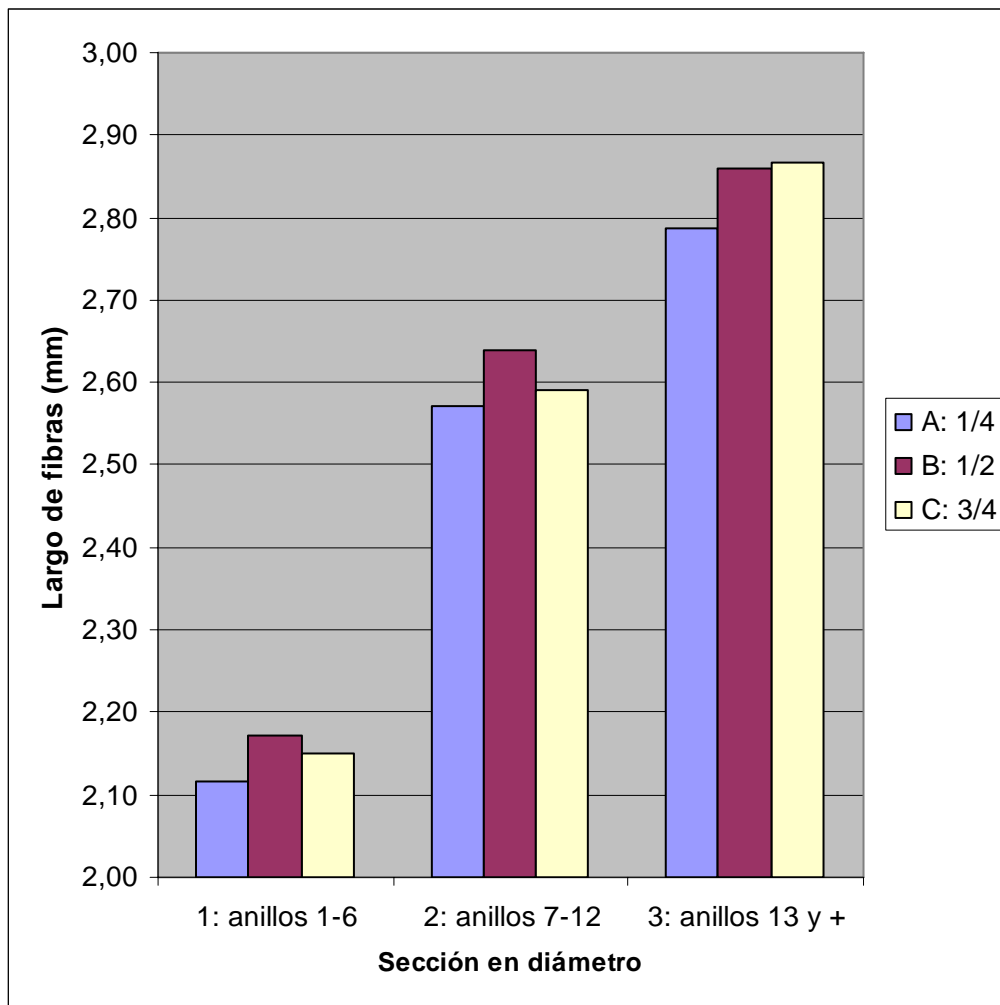


Figura 11. Comparación del largo de fibra entre secciones en diámetro y alturas.

### 4.3. Largo de fibra por familia.

Para el factor familia, los resultados indican que existen diferencias significativas entre familias, pero no entre todas, siendo la familia 2 la que presentó el mayor largo de traqueidas con 2,71 mm de promedio, mientras que la familia 6 presentó el menor largo, con 2,42 mm de promedio.

Cuadro 5. Comparaciones múltiples según método de Tukey con 95% de confianza, para el factor familia.

Comparaciones múltiples para el factor familia				
Nivel	Nº obs.	Promedio (mm)	LS Sigma	Grupos homogéneos
Familia 6	71	2,42585	0,033737	A
Familia 3	71	2,43575	0,033737	A
Familia 7	69	2,48875	0,0345701	AB
Familia 4	70	2,50662	0,0340866	AB
Familia 5	71	2,52	0,033737	AB
Familia 1	71	2,60333	0,033737	BC
Familia 2	71	2,71841	0,033737	C
Contraste			Diferencia	
FAM 1 - FAM 2			-0,115079	
FAM 1 - FAM 3			*0,167579	
FAM 1 - FAM 4			0,096713	
FAM 1 - FAM 5			0,083333	
FAM 1 - FAM 6			*0,177480	
FAM 1 - FAM 7			0,114583	
FAM 2 - FAM 3			*0,282659	
FAM 2 - FAM 4			*0,211792	
FAM 2 - FAM 5			*0,198413	
FAM 2 - FAM 6			*0,292560	
FAM 2 - FAM 7			*0,229663	
FAM 3 - FAM 4			-0,070866	
FAM 3 - FAM 5			-0,084246	
FAM 3 - FAM 6			0,009900	
FAM 3 - FAM 7			-0,052996	
FAM 4 - FAM 5			-0,013379	
FAM 4 - FAM 6			0,080767	
FAM 4 - FAM 7			0,017870	
FAM 5 - FAM 6			0,094146	
FAM 5 - FAM 7			0,031250	
FAM 6 - FAM 7			-0,062896	
* denota una diferencia estadística significativa				

El cuadro 5 muestra que las familias 6 y 3 forman un grupo homogéneo, las familias 7, 4 y 5, forman otro grupo, mientras que las familias 1 y 2 forman grupos individuales.

Debido a que las familias pertenecen a una misma plantación y comparten un mismo hábitat, las diferencias se ven explicadas por el factor genético, puesto que el largo de traqueida se considera un rasgo altamente heredable según Delmastro *et al*, (1980).

Una representación gráfica de los promedios por familia (figura 12), muestra que la familia 2 presentó diferencias significativas con todas las familias, excepto con la familia 1, la familia 1 presentó diferencias significativas con la 3 y la 6; en tanto las familias 3, 4, 5, 6 y 7 no presentaron diferencias significativas entre ellas.

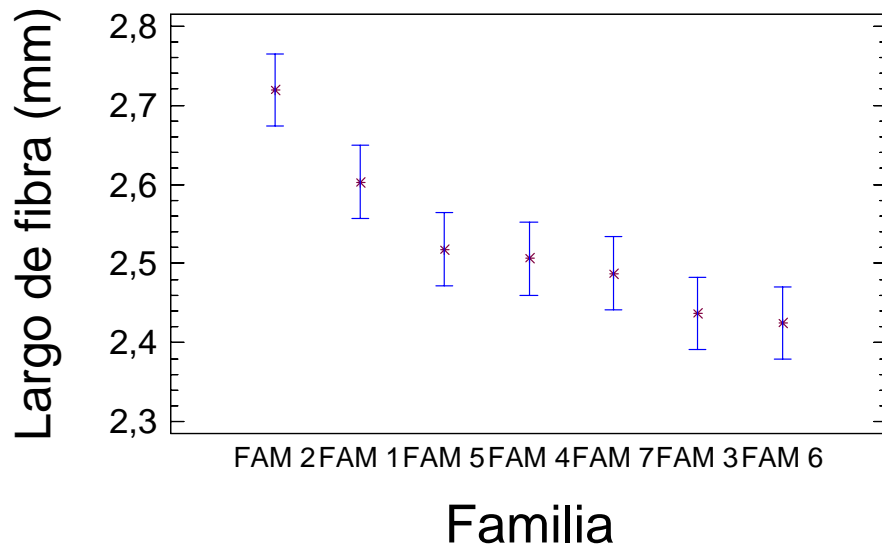


Figura 12. Promedios de largo de fibra con intervalos de confianza al 95%, ordenado según familias con mayor largo de fibra.

4.3.1. *Largo de fibra por familia según posición en el diámetro.*

Se encontraron diferencias significativas al evaluar el largo de fibra entre familias en las 3 secciones dentro del diámetro. (Cuadro 6).

Cuadro 6. Comparaciones múltiples de Tukey entre las distintas familias para las 3 secciones en el diámetro.

Familia	Nº obs.	Promedio	Grupos homogéneos	
4	24	2,04667	A	Anillos 1-6
3	24	2,05667	A	
6	24	2,09125	A	
7	24	2,12167	AB	
5	24	2,15208	AB	
1	24	2,205	AB	
2	24	2,35458	B	
6	24	2,48042	A	Anillos 7-12
3	24	2,50667	A	
7	24	2,5775	AB	
5	24	2,59125	AB	
1	24	2,61417	AB	
4	24	2,61875	AB	
2	24	2,81625	B	
6	23	2,70043	A	Anillos 13 y más
3	23	2,74739	AB	
7	21	2,7581	AB	
5	23	2,80913	AB	
4	22	2,85682	AB	
2	23	2,98522	B	
1	23	2,99261	B	

Se observa en la figura 13 que el largo de fibra aumenta desde la médula a la corteza independientemente de la familia.

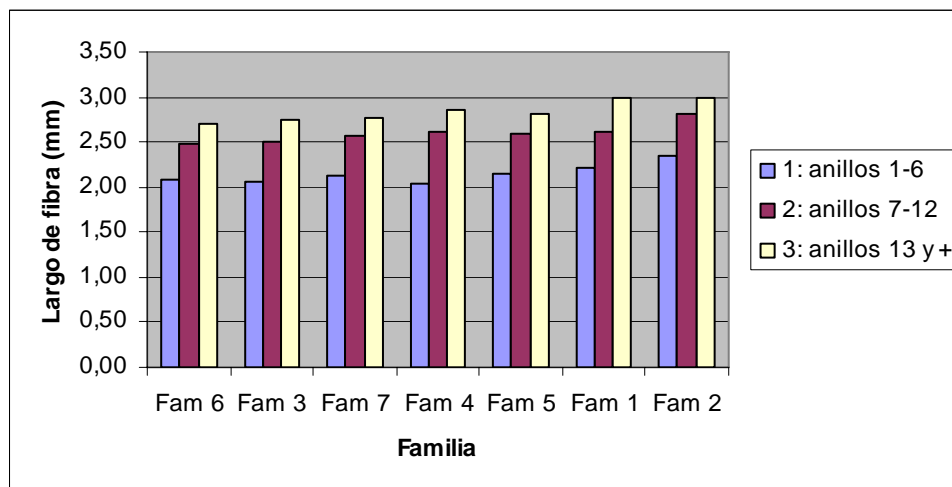


Figura 13. Largo de fibra por familia según posición en el diámetro.

#### 4.3.2. Largo de fibra por familia según altura.

En tanto para el largo de fibra en altura no se encontraron diferencias significativas entre las familias para las distintas alturas.

Cuadro 7. Comparaciones múltiples de Tukey entre las distintas familias para las 3 secciones en altura.

Familia	Nº obs.	Promedio	Grupos homogéneos	
6	24	2,36833	A	Altura 1/4
3	24	2,40875	A	
4	24	2,4275	A	
5	24	2,4325	A	
7	24	2,4375	A	
1	24	2,66792	A	
2	24	2,70167	A	
6	24	2,41458	A	Altura 1/2
7	24	2,47125	A	
3	24	2,52833	A	
5	24	2,53875	A	
4	24	2,59833	A	
1	24	2,59958	A	
2	24	2,74917	A	
3	23	2,35739	A	Altura 3/4
4	22	2,46364	A	
6	23	2,48	A	
7	21	2,51857	A	
1	23	2,52478	A	
5	23	2,5713	A	
2	23	2,69304	A	

En las familias 6, 7 y 5 el largo de fibra promedio aumenta con la altura, en la 3, 4 y 2 la altura  $\frac{1}{2}$  es la que tiene el mayor largo promedio, mientras que en la familia 1 es la altura  $\frac{1}{4}$ ; debido a eso es que no se encontraron diferencias significativas.

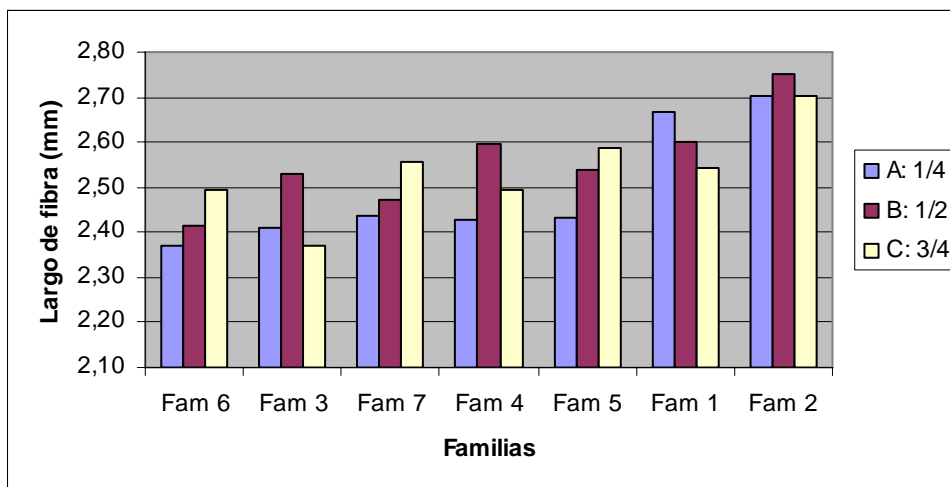


Figura 14. Largo de fibra por familia según altura.

#### 4.3.3. Largo de fibra por familia según diámetro y altura.

En la figura 15 se observa que la familia 2 presentó los mayores largos de fibra en las 2 primeras secciones de la altura  $\frac{1}{4}$ , mientras que en la altura  $\frac{1}{2}$  resultó tener los mayores largos en todas las secciones, en tanto en la altura  $\frac{3}{4}$  tuvo los mayores largos en las 2 primeras secciones.

La familia 1 presentó los mayores largos de fibra en la sección que abarca los anillos 13 en adelante, en la altura  $\frac{1}{4}$ .

La familia 5 presentó los mayores largos de fibra en la sección que abarca los anillos 13 en adelante, en la altura  $\frac{3}{4}$ .

Todo esto implica que las familias con el mayor largo de fibra presentan un comportamiento regular dentro de las distintas alturas y secciones y su mayor largo no se debe sólo a una sección o altura en particular.

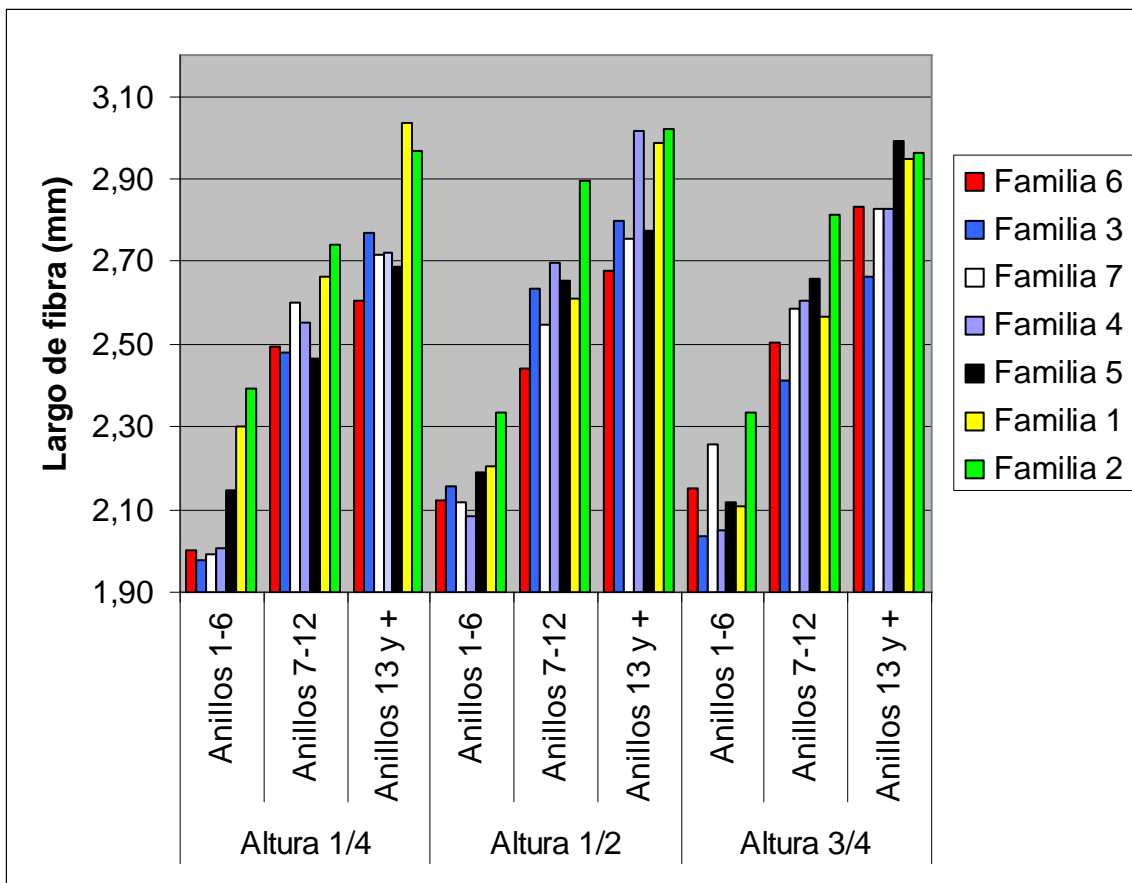


Figura 15. Largo de fibra por familia según diámetro y altura.



#### 4.4. Largo de fibra en árboles de una misma familia.

Se determinó que existieron diferencias significativas entre familias, y también se analizaron las diferencias existentes entre los árboles de una misma familia para así poder comprender la variabilidad existente.

En todas las familias se encontraron diferencias significativas entre árboles, esto concuerda con lo indicado por Delmastro *et al*, (1981).

En la figura 16 se puede ver que existieron grandes variaciones en el largo de fibra dentro de una misma familia.

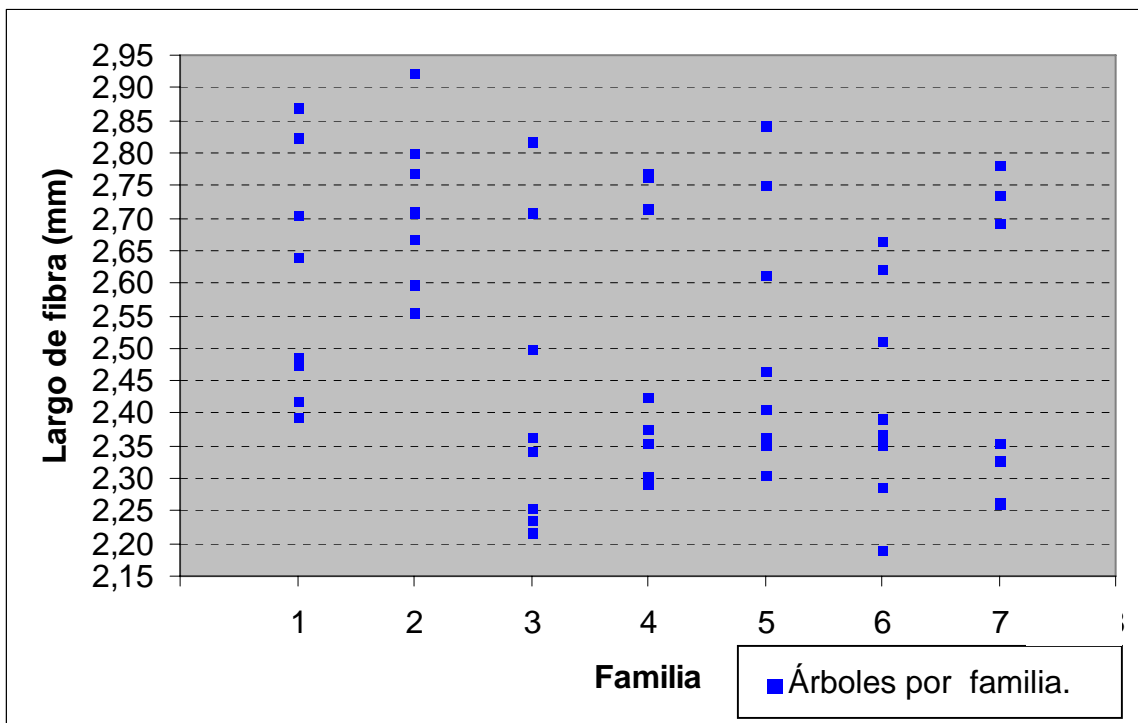


Figura 16. Largos de fibra para los árboles de las 7 familias.

## 5. CONCLUSIONES.

Los resultados obtenidos indican que el largo de fibra promedio de la especie se encontró por debajo de lo indicado por la bibliografía, siendo de 2,53 mm, mientras que la bibliografía indica 4mm (Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, 1996), sin embargo ese largo de fibra es para la especie crecida en Europa.

Por otra parte los resultados se ven ligeramente superiores a lo obtenido por Geldres, (1988) en la misma plantación de este estudio, con valores que fluctuaron entre 2,2 y 2,4 mm de promedio, esto se debió fundamentalmente a que en el estudio de 1988 se utilizaron árboles de 11 años de edad, los que por lo tanto presentan mayor proporción de madera juvenil, la que se asocia a largos de traqueida menores.

En términos del largo de fibra en diámetro se encontraron diferencias significativas entre secciones, aumentando desde la médula a la corteza, independientemente de la altura considerada, lo que concuerda con la información bibliográfica consultada.

El largo de fibra promedio de la sección que abarca los anillos 1 a 6 fue de 2,14 mm, el de los anillos 7 a 12 fue de 2,6 mm, y la última sección que abarcó los anillos 13 y más tuvo 2, 83 mm como promedio.

En tanto para el largo de fibra en altura no se encontraron diferencias significativas entre las distintas alturas, los promedios para las alturas a  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{3}{4}$  de la altura total del árbol fueron de 2,49 mm, 2,55 mm y 2,53 mm respectivamente, por lo que el largo de fibra en altura se considera prácticamente constante. Sin embargo es importante mencionar que en este estudio sólo se consideraron 3 alturas, lo que quizás resultó insuficiente para dar una respuesta categórica.

Entre familias también se encontraron diferencias significativas, siendo la familia 2 la que presentó los mayores largos de fibra con un promedio de 2,71 mm, mientras que la familia 6 presentó los menores valores con 2,42 mm de promedio, la familia 2 presentó diferencias significativas con todas las familias, excepto con la familia 1, la familia 1 presentó diferencias significativas con la 3 y la 6; en tanto las familias 3, 4, 5, 6 y 7 no presentaron diferencias significativas entre ellas.

Las diferencias entre familias teniendo en cuenta las secciones en el diámetro son significativas, en todas las familias se observó el aumento del largo de fibra desde médula a corteza. En tanto las diferencias entre familias teniendo en cuenta las distintas alturas no resultaron significativas, además se encontraron discrepancias entre las tendencias, puesto que en algunas familias a mayor altura mayor largo, mientras que en otras sucedía lo contrario.

Los largos de fibra entre árboles de una misma familia también mostraron diferencias significativas entre ellos, lo que confirma gran variabilidad, independientemente del componente genético, esto también concuerda con la bibliografía.

## 6. BIBLIOGRAFÍA.

Delmastro R.; Diaz-vaz J.; Schlatter J. 1980. *Variabilidad de las características tecnológicas hereditarias del Pinus radiata (D.Don)*. Revisión bibliográfica. Santiago, Chile, FAO. 157 p.

Delmastro R.; Diaz-vaz J.; Schlatter J. 1981. *Variabilidad de las características tecnológicas hereditarias del Pinus radiata (D.Don)*. Informe Técnico nº3. Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile. 187 p.

Di Castri, F.; Hajek, E. 1976. *Bioclima de Chile*. Santiago, Chile, Universidad de Chile. 128 p.

Diaz-vaz, J. 2003. *Anatomía de maderas*. Valdivia, Chile, Marisa Cuneo Ediciones. 151 p.

Droppelmann, F.; Balocchi, C. 1986. *Descripción de ensayos del área de mejoramiento genético forestal*. Publicación técnica N°8. Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile. 40p.

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. 1996. *Maderas de coníferas – Anatomía de géneros*. España, Fundación Conde del Valle de Salazar. 118 p.

Forestry Compendium. Software. Global module 1998-2000, CAB Internacional.

Geldres, E. 1988. *Pulpas Kraft de Larix decidua creciendo en Valdivia*. Tesis Ing. For. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Fac. de Cs. Forestales. 79 p.

Harris, J.M.; Cown, D.J. 1991. *Properties and uses of New Zealand Radiata Pine*, Volume one – wood properties. New Zealand, New Zealand Ministry of Forestry, Forest Research Institute. 220 p.

Libby, C. 1967. *Ciencia y tecnología sobre pulpa y papel*. Tomo 1. México, Compañía editorial continental S.A. 534 p.

Nicholls, J.; Dadswell, H. 1962. *Tracheid length in Pinus radiata D. Don*. Australia, Csiro. Technological Paper 24.

Orell, M. 2004. *Estudio del largo de traqueidas en Sequoia sempervirens D. Don (Endl) crecida en Chile, con respecto a su ubicación en el árbol*. Tesis Ing. For. Santiago, Universidad de Chile, Fac. de Cs. Forestales. 97 p.

Ulloa, I. 1963. *Variación del largo de traqueidas y peso específico en Pino Insigne en relación a su ubicación en el tronco del árbol*. Santiago, Chile. Universidad de Chile. Escuela de Ingeniería Forestal. 15 p.

Young, J. 1991. *Preparación de la fibra y flujo de alimentación de pasta*. Pulpa y papel, química y tecnología química. México, LIMUSA. v. II.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1**  
Abstract.

## ABSTRACT

The general objective of the study is to evaluate significant differences in the length of fiber among 7 different families from the specie *Larix decidua*, belonging to a rehearsal of adaptability of families of means 30 year-old siblings.

8 trees were used by each one of the 7 families. Of each tree it was obtained 3 discs in height, to  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  and  $\frac{3}{4}$  of their commercial height; of each disc it was obtained a wedge in turn, which was cut in 3 test tubes, of 6 rings the 2 first, and the last one embracing the remaining rings. 50 tracheids was measured by test tube, the mensuration was carried out by means of the projection of the maceration in a digital chart.

The results indicate that *Larix decidua* presented a average length of fiber of 2,52 mm with a standard deviation of 0,4, considering all the heights and sections of the diameter.

In the analysis in diameter was clearly observed the increase of the length of fiber from pitch to bark, where they were significant differences among the sections, 2,14 mm for the rings 1-6, 2,6 mm for the rings 7-12 and 2,83 mm for the rings 13 and more.

As long as they were not significant differences among the different heights.

Comparing among families was significant differences, with averages 2,71 mm for the family with major lenght of fiber and 2,42 mm for the minor length.

The differences among families keeping in mind the sections in the diameter is significant, in all the families the increase of the lenght of fiber was observed from pitch to bark. As long as the differences among families keeping in mind the different heights was not significant, they were also discrepancies among the tendencies, since in some families to bigger height, bigger lenght, while in other the opposite happened.

They were also significant differences among trees of oneself family, existing great variability.

Key words: Variation, wood properties, fiber.

**ANEXO 2**  
Diseño estadístico.



## 1. Análisis de varianza.

Se realizó un análisis de varianza de tres factores.

El modelo:

$$y_{jk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + u_{ijkm}$$

Donde:

$\mu$ : Es la media global.

$\alpha_i$ : Es el efecto del nivel  $i$  del primer factor.

$\beta_j$ : Es el efecto del nivel  $j$  del segundo factor.

$\gamma_k$ : Es el efecto del nivel  $k$  del tercer factor.

$(\alpha\beta)_{ij}$ : Es el efecto de la interacción entre el nivel  $i$  del primer factor y el nivel  $j$  del segundo.

$(\alpha\gamma)_{ik}$ : Es el efecto de la interacción entre el nivel  $i$  del primer factor y el nivel  $k$  del segundo.

$(\beta\gamma)_{jk}$ : Es el efecto de la interacción entre el nivel  $j$  del primer factor y el nivel  $k$  del segundo.

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ : Es el efecto de la interacción entre los tres factores, el nivel  $i$  del primer factor, el nivel  $j$  del segundo factor y el nivel  $k$  del tercer factor.

$u_{ijkm}$ : Es el error de la observación respecto a la media global,  $m$  es el número de repeticiones.

### Factores y niveles utilizados en el modelo.

Factores	Niveles
$\alpha$ : Largo de fibra en diámetro	3: (anillos 1-6, anillos 7-12, anillos 13 y +)
$\beta$ : Largo de fibra en altura	3: (1/4, 1/2, 3/4)
$\gamma$ : Familia	7: (familias 1 a 7)
Repeticiones: 2	

## 2. Diagnósis del modelo.

Para comprobar que el modelo aplicado es válido se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Homogeneidad en la varianza de los factores.
- Normalidad en la distribución de los residuos.

Estas validaciones se realizaron con el software STATGRAPHICS 5.1 mediante análisis gráfico, y mediante Test de Bartlett.

- **Prueba de Homogeneidad.**

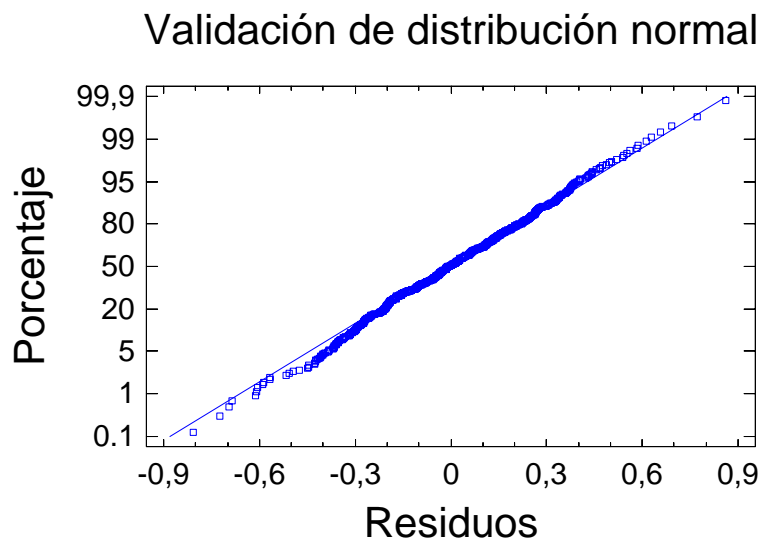
Prueba de homogeneidad de varianza según Test de Bartlett para cada factor	
P-Valor diámetro	0,990911
P-Valor altura	0,507991
P-Valor familia	0,554367

Como los P-valores son mayores a 0.05, se concluye que no existe diferencia estadística significativa entre las desviaciones estándar al 95% de confianza estadística.

- **Prueba de normalidad.**

Según el Test de Chi-cuadrado para el contraste de normalidad de los residuos el P-Valor es 0,220484, por lo tanto al ser mayor que 0,05 se acepta la normalidad en la distribución.

Gráficamente:

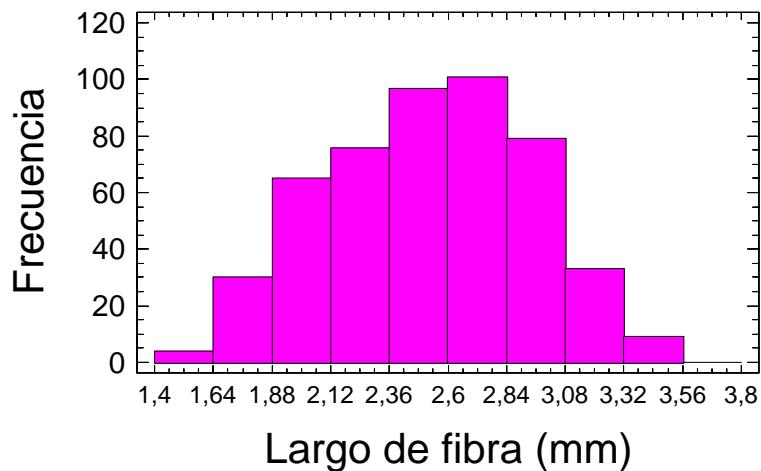


**ANEXO 3**  
Estadística descriptiva.

- **Distribución de frecuencias para largo de fibra.**

Clase	Limite inferior	Limite superior	Punto medio	Frecuencia	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa acumulada
menor que 1,4		1,4		0	0	0	0
1	1,4	1,64	1,52	4	0,0081	4	0,0081
2	1,64	1,88	1,76	30	0,0607	34	0,0688
3	1,88	2,12	2	65	0,1316	99	0,2004
4	2,12	2,36	2,24	76	0,1538	175	0,3543
5	2,36	2,6	2,48	97	0,1964	272	0,5506
6	2,6	2,84	2,72	101	0,2045	373	0,7551
7	2,84	3,08	2,96	79	0,1599	452	0,915
8	3,08	3,32	3,2	33	0,0668	485	0,9818
9	3,32	3,56	3,44	9	0,0182	494	1
10	3,56	3,8	3,68	0	0	494	1
mayor que 3,8	3,8			0	0	494	1

**Histograma**



**ANEXO 4**  
Estadística descriptiva por familia.

# Resumen familia 1

	Altura 1/4			Altura 1/2			Altura 3/4			Código de árbol	Nº árbol
	Anillos 1-6	Anillos 7-12	Anillos 13 y +	Anillos 1-6	Anillos 7-12	Anillos 13 y +	Anillos 1-6	Anillos 7-12	Anillos 13 y +		
<b>Promedio</b>	2,89	2,67	3,36	2,25	2,97	3,24	2,13	2,78	3,14	<b>119</b>	1
<b>Max</b>	4,14	4,62	7,68	4,47	4,79	4,46	3,72	4,55	5,44		
<b>Min</b>	1,17	1,38	1,56	1,19	1,24	1,71	1,15	1,52	1,63		
<b>Desv est</b>	0,68	0,81	1,11	0,66	0,89	0,76	0,69	0,79	0,95		
<b>Promedio</b>	2,46	2,73	3,18	2,47	2,71	3,05	2,34	2,53	2,86	<b>216</b>	2
<b>Max</b>	3,81	4,28	4,99	3,67	3,76	4,28	3,31	3,73	4,33		
<b>Min</b>	1,44	1,21	1,68	1,43	2,08	1,72	1,21	1,66	1,57		
<b>Desv Est</b>	0,56	0,68	0,67	0,51	0,40	0,63	0,51	0,56	0,74		
<b>Promedio</b>	2,57	2,97	3,31	2,67	3,04	3,09	2,38	2,95	<b>No se obtuvo probeta</b>	<b>412</b>	3
<b>Max</b>	4,24	4,48	4,97	4,09	4,76	4,32	3,89	4,48			
<b>Min</b>	1,40	1,79	1,50	1,66	1,63	1,38	1,24	1,54			
<b>Desv Est</b>	0,70	0,76	0,95	0,57	0,71	0,63	0,61	0,71			
<b>Promedio</b>	2,10	2,82	2,98	2,04	2,00	2,42	2,01	2,49	2,92	<b>214</b>	4
<b>Max</b>	3,75	4,28	4,64	3,67	3,95	4,57	3,80	3,94	4,61		
<b>Min</b>	1,10	1,33	1,57	1,00	0,91	1,00	1,18	0,88	1,07		
<b>Desv Est</b>	0,64	0,77	0,69	0,59	0,78	0,83	0,59	0,68	0,65		
<b>Promedio</b>	2,42	2,46	3,26	2,00	2,34	2,91	1,84	2,37	2,78	<b>314</b>	5
<b>Max</b>	4,29	4,51	5,37	3,58	4,74	4,53	4,22	4,50	4,65		
<b>Min</b>	1,35	1,12	1,49	1,15	1,02	1,33	1,05	1,18	1,34		
<b>Desv Est</b>	0,74	0,87	0,91	0,62	1,00	0,72	0,62	0,70	0,83		
<b>Promedio</b>	2,03	2,58	2,52	1,91	2,36	2,94	2,17	2,14	2,90	<b>317</b>	6
<b>Max</b>	3,49	4,26	4,96	3,61	3,88	5,14	3,74	4,40	4,96		
<b>Min</b>	1,18	1,21	1,16	0,96	1,21	1,19	1,28	1,19	1,42		
<b>Desv Est</b>	0,68	0,80	1,03	0,59	0,68	1,10	0,49	0,80	0,81		
<b>Promedio</b>	2,00	2,72	2,84	1,93	2,61	2,88	1,81	2,53	2,96	<b>518</b>	7
<b>Max</b>	3,40	5,77	4,37	4,15	3,99	4,74	3,45	4,63	4,98		
<b>Min</b>	0,81	0,89	1,09	0,97	1,13	1,19	1,00	1,43	1,53		
<b>Desv Est</b>	0,57	0,99	0,88	0,58	0,72	0,91	0,54	0,66	0,67		
<b>Promedio</b>	1,95	2,37	2,84	2,35	2,85	3,36	2,20	2,75	3,09	<b>4110</b>	8
<b>Max</b>	3,47	4,13	4,73	3,90	4,65	5,90	3,74	4,46	4,73		
<b>Min</b>	1,18	1,04	1,29	1,29	1,12	1,26	1,09	1,39	1,73		
<b>Desv Est</b>	0,58	0,80	0,94	0,62	0,96	1,14	0,60	0,76	0,78		

## Resumen familia 2

	Altura 1/4			Altura 1/2			Altura 3/4			Código de árbol	Nº árbol
	Anillos 1-6	Anillos 7-12	Anillos 13 y +	Anillos 1-6	Anillos 7-12	Anillos 13 y +	Anillos 1-6	Anillos 7-12	Anillos 13 y +		
<b>Promedio</b>	2,48	2,93	2,96	2,11	2,61	3,13	2,45	2,69	3,03	<b>124</b>	1
<b>Max</b>	3,68	5,00	4,59	3,97	3,90	4,39	3,84	4,10	5,20		
<b>Min</b>	1,49	1,59	1,68	1,32	1,37	1,51	1,39	1,49	1,59		
<b>Desv est</b>	0,49	0,71	0,82	0,60	0,63	0,69	0,61	0,64	0,70		
<b>Promedio</b>	2,36	2,55	2,68	2,08	2,74	3,06	2,32	2,69	2,89	<b>127</b>	2
<b>Max</b>	3,50	4,36	4,12	3,33	4,82	4,74	3,40	4,20	4,43		
<b>Min</b>	1,10	1,43	1,56	0,96	1,68	1,70	1,10	1,70	1,21		
<b>Desv Est</b>	0,60	0,66	0,68	0,50	0,66	0,75	0,50	0,68	0,75		
<b>Promedio</b>	2,51	2,69	3,16	2,24	3,06	3,46	2,37	2,86	2,84	<b>324</b>	3
<b>Max</b>	4,27	4,59	4,58	3,25	4,36	9,89	3,77	4,37	4,47		
<b>Min</b>	0,98	1,47	1,74	1,31	1,43	2,12	1,20	1,67	1,25		
<b>Desv Est</b>	0,74	0,81	0,70	0,48	0,67	1,17	0,58	0,66	0,73		
<b>Promedio</b>	2,51	3,26	3,13	2,81	3,15	3,23	2,45	2,92	2,83	<b>1210</b>	4
<b>Max</b>	3,73	5,23	5,26	4,75	5,06	4,67	3,85	4,68	4,49		
<b>Min</b>	1,24	1,94	1,47	1,36	1,63	1,59	1,34	1,49	1,54		
<b>Desv Est</b>	0,62	0,63	1,04	0,67	0,74	0,83	0,55	0,86	0,79		
<b>Promedio</b>	2,44	2,40	3,13	2,36	2,70	3,22	2,32	2,94	2,86	<b>328</b>	5
<b>Max</b>	3,77	3,85	4,64	3,82	4,45	4,58	3,91	5,19	4,02		
<b>Min</b>	1,37	1,41	2,00	1,20	1,25	1,77	1,41	1,52	1,68		
<b>Desv Est</b>	0,55	0,58	0,72	0,54	0,83	0,76	0,54	0,83	0,66		
<b>Promedio</b>	2,53	2,90	2,40	2,99	3,35	2,21	2,68	3,08		<b>3210</b>	6
<b>Max</b>	4,09	4,23	3,99	4,72	5,13	3,41	4,23	4,38	<b>No se obtuvo probeta</b>		
<b>Min</b>	1,56	1,63	1,27	1,23	1,97	1,33	1,42	1,77			
<b>Desv Est</b>	0,61	0,66	0,67	0,82	0,73	0,50	0,65	0,72			
<b>Promedio</b>	1,95	2,64	3,19	1,95	2,64	2,83	2,03	2,41	3,37	<b>224</b>	7
<b>Max</b>	4,10	4,31	4,59	4,24	5,63	4,71	3,71	4,63	5,67		
<b>Min</b>	1,02	1,01	1,31	0,81	0,98	1,13	0,83	0,90	1,51		
<b>Desv Est</b>	0,70	0,85	0,90	0,68	1,18	0,82	0,74	0,90	0,93		
<b>Promedio</b>	2,38	2,56	3,10	2,13	2,91	3,01	2,06	2,91	2,94	<b>325</b>	8
<b>Max</b>	4,98	4,51	5,25	3,98	4,77	4,67	4,10	5,88	4,35		
<b>Min</b>	0,95	1,18	1,13	1,09	1,08	1,26	0,95	1,00	1,17		
<b>Desv Est</b>	0,70	0,98	1,10	0,72	1,00	0,93	0,68	1,03	0,79		

## Resumen familia 3

	Altura 1/4			Altura 1/2			Altura 3/4			Código de árbol	Nº árbol
	Anillos 1-6	Anillos 7-12	Anillos 13 y +	Anillos 1-6	Anillos 7-12	Anillos 13 y +	Anillos 1-6	Anillos 7-12	Anillos 13 y +		
<b>Promedio</b>	2,53	2,91	3,10	2,93	3,13	2,97	2,40	2,48	2,91	<b>134</b>	1
<b>Max</b>	4,35	3,96	4,55	4,65	4,87	5,14	3,54	4,02	4,80		
<b>Min</b>	1,49	1,82	1,70	1,56	1,57	1,55	1,41	1,16	1,40		
<b>Desv Est</b>	0,68	0,53	0,66	0,66	0,74	0,80	0,58	0,77	0,77		
<b>Promedio</b>	2,35	2,75	3,11	2,26	2,97	3,11	2,47	2,61	2,73	<b>237</b>	2
<b>Max</b>	3,61	4,97	4,48	3,74	4,33	4,89	4,20	5,03	4,71		
<b>Min</b>	1,42	1,29	1,59	1,44	1,71	1,45	1,29	1,33	1,54		
<b>Desv Est</b>	0,55	0,82	0,77	0,48	0,63	0,73	0,61	0,70	0,81		
<b>Promedio</b>	1,96	2,37	2,63	2,06	2,58	2,48	1,99	2,52	2,50	<b>139</b>	3
<b>Max</b>	3,26	4,12	4,64	2,95	4,37	4,64	3,61	3,97	4,32		
<b>Min</b>	0,93	0,92	1,07	1,21	1,33	1,32	1,13	1,22	1,11		
<b>Desv Est</b>	0,54	0,79	0,76	0,42	0,78	0,70	0,60	0,73	0,84		
<b>Promedio</b>	1,89	3,34	2,86	2,16	2,59	2,90	2,05	2,24	2,46	<b>335</b>	4
<b>Max</b>	2,75	4,64	4,28	3,94	5,31	4,66	3,14	3,79	4,23		
<b>Min</b>	1,06	1,64	1,25	1,08	0,98	1,31	1,09	1,21	1,66		
<b>Desv Est</b>	0,43	0,59	0,76	0,73	0,84	0,90	0,54	0,66	0,54		
<b>Promedio</b>	1,91	2,22	3,02	2,00	2,44	2,84	1,81	2,24	2,82	<b>435</b>	5
<b>Max</b>	2,98	4,47	4,30	3,33	3,69	4,42	2,86	3,80	4,12		
<b>Min</b>	1,08	1,12	1,41	0,97	0,97	1,31	1,06	1,11	1,43		
<b>Desv Est</b>	0,44	0,78	0,66	0,64	0,64	0,74	0,39	0,64	0,74		
<b>Promedio</b>	1,67	2,06	2,32	1,93	2,38	2,53	1,96	2,31	2,78	<b>538</b>	6
<b>Max</b>	2,67	3,64	4,41	3,84	5,71	4,40	3,66	3,90	4,44		
<b>Min</b>	0,75	1,08	1,02	0,84	1,15	1,06	0,81	1,04	1,00		
<b>Desv Est</b>	0,53	0,68	0,87	0,74	0,98	1,01	0,65	0,83	0,94		
<b>Promedio</b>	1,73	2,07	2,36	2,10	2,46	2,72	2,00	2,45	<b>No se obtuvo probeta</b>	<b>633</b>	7
<b>Max</b>	2,85	3,66	3,99	3,18	3,52	4,44	3,20	3,77			
<b>Min</b>	1,01	1,12	1,07	1,26	1,17	1,40	1,18	1,40			
<b>Desv Est</b>	0,47	0,70	0,83	0,47	0,62	0,71	0,48	0,54			
<b>Promedio</b>	1,78	2,11	2,76	1,81	2,50	2,83	1,61	2,43	2,45	<b>6310</b>	8
<b>Max</b>	3,13	3,53	4,33	3,11	9,76	4,56	3,04	4,23	3,60		
<b>Min</b>	0,96	1,02	1,15	0,94	0,98	1,05	0,80	0,91	1,12		
<b>Desv Est</b>	0,50	0,74	0,83	0,57	1,36	0,98	0,51	0,78	0,67		



## Resumen familia 4

	Altura 1/4			Altura 1/2			Altura 3/4			Código de árbol	Nº árbol
	Anillos 1-6	Anillos 7-12	Anillos 13 y +	Anillos 1-6	Anillos 7-12	Anillos 13 y +	Anillos 1-6	Anillos 7-12	Anillos 13 y +		
<b>Promedio</b>	2,24	2,86	2,97	2,26	2,95	3,20	2,31	2,93	3,13	<b>243</b>	1
<b>Max</b>	3,89	4,52	5,08	3,64	5,07	4,67	3,88	4,94	4,50		
<b>Min</b>	1,49	1,72	1,44	1,45	1,44	1,77	1,43	1,50	1,79		
<b>Desv est</b>	0,47	0,63	0,76	0,51	0,85	0,73	0,53	0,80	0,75		
<b>Promedio</b>	2,59	3,06	2,85	2,46	2,71	3,04	2,33	2,59	2,79	<b>343</b>	2
<b>Max</b>	4,33	4,37	4,64	3,81	4,19	4,51	3,41	4,12	4,18		
<b>Min</b>	1,44	1,62	1,53	1,51	1,51	1,44	1,28	1,48	1,47		
<b>Desv Est</b>	0,61	0,68	0,86	0,58	0,72	0,88	0,47	0,66	0,65		
<b>Promedio</b>	2,45	2,78	3,35	2,31	2,85	3,03	2,40	2,97	<b>No se obtuvo probeta</b>	<b>741</b>	3
<b>Max</b>	3,58	3,79	5,24	3,77	4,13	5,06	3,61	5,46			
<b>Min</b>	1,67	1,40	1,76	1,31	1,68	1,38	1,45	1,85			
<b>Desv Est</b>	0,46	0,62	0,82	0,50	0,60	0,84	0,50	0,70			
<b>Promedio</b>	1,67	2,16	2,42	1,79	2,43	2,73	1,94	2,33	3,27	<b>246</b>	4
<b>Max</b>	2,98	3,97	4,72	3,70	3,86	4,65	3,55	3,94	5,80		
<b>Min</b>	0,82	0,69	0,97	0,85	1,09	0,91	0,77	0,95	1,16		
<b>Desv Est</b>	0,56	0,71	0,98	0,63	0,76	0,93	0,64	0,80	0,82		
<b>Promedio</b>	1,85	2,36	2,11	1,87	3,26	3,07	2,02	2,63	2,68	<b>349</b>	5
<b>Max</b>	3,42	4,20	4,62	3,47	5,39	4,73	3,05	4,41	4,76		
<b>Min</b>	0,74	0,99	0,96	0,89	1,21	1,15	1,05	0,98	1,01		
<b>Desv Est</b>	0,67	0,88	0,84	0,68	0,88	0,98	0,53	0,95	0,83		
<b>Promedio</b>	1,69	2,06	2,45	2,03	2,33	2,89	1,85	2,63	2,68	<b>2410</b>	6
<b>Max</b>	2,69	4,08	4,37	3,59	3,88	4,63	3,05	4,78	4,23		
<b>Min</b>	0,75	1,12	1,26	1,05	1,02	1,58	1,14	1,21	1,23		
<b>Desv Est</b>	0,49	0,74	0,71	0,61	0,65	0,84	0,43	0,80	0,74		
<b>Promedio</b>	1,71	2,80	2,79	1,89	2,38	3,11	1,77	2,57	<b>No se obtuvo probeta</b>	<b>748</b>	7
<b>Max</b>	3,10	4,31	9,18	3,30	4,73	4,43	3,12	4,08			
<b>Min</b>	0,99	1,27	1,63	1,08	0,94	1,38	1,10	1,38			
<b>Desv Est</b>	0,46	0,78	1,16	0,48	0,87	0,87	0,54	0,65			
<b>Promedio</b>	1,85	2,36	2,83	2,06	2,67	3,04	1,78	2,18	2,42	<b>147</b>	8
<b>Max</b>	3,31	4,28	4,30	3,28	4,77	4,19	2,87	3,56	4,57		
<b>Min</b>	0,84	0,96	1,11	0,96	1,16	1,13	0,84	0,88	0,81		
<b>Desv Est</b>	0,60	0,87	0,95	0,51	0,85	0,76	0,55	0,76	1,01		

## Resumen familia 5

	Altura 1/4			Altura 1/2			Altura 3/4			Código de árbol	Nº árbol
	Anillos 1-6	Anillos 7-12	Anillos 13 y +	Anillos 1-6	Anillos 7-12	Anillos 13 y +	Anillos 1-6	Anillos 7-12	Anillos 13 y +		
<b>Promedio</b>	2,34	2,75	2,76	2,51	2,93	3,17	2,43	2,92	2,95	<b>254</b>	1
<b>Max</b>	3,87	4,20	4,06	4,22	3,83	4,55	4,27	3,98	4,07		
<b>Min</b>	1,25	1,39	1,79	1,22	1,68	1,77	1,44	1,35	1,80		
<b>Desv est</b>	0,62	0,66	0,61	0,69	0,46	0,75	0,60	0,62	0,67		
<b>Promedio</b>	2,76	2,85	3,09	2,42	2,66	3,05	2,51	3,04	3,19	<b>359</b>	2
<b>Max</b>	4,71	4,09	4,53	3,33	4,58	4,79	3,81	4,63	6,02		
<b>Min</b>	1,74	1,67	1,63	1,69	1,17	1,57	1,60	1,47	1,94		
<b>Desv Est</b>	0,59	0,58	0,61	0,40	0,79	0,70	0,58	0,72	0,72		
<b>Promedio</b>	1,78	2,31	2,41	2,19	2,56	2,85	2,09	2,64	2,84	<b>155</b>	3
<b>Max</b>	4,83	4,01	4,52	4,46	3,85	4,60	3,44	4,09	4,62		
<b>Min</b>	0,98	0,80	0,97	1,19	1,36	1,52	1,07	0,85	1,23		
<b>Desv Est</b>	0,70	0,74	0,96	0,65	0,74	0,85	0,63	0,85	0,90		
<b>Promedio</b>	2,41	2,46	2,77	2,25	2,83	2,55	2,35	2,76	3,12	<b>256</b>	4
<b>Max</b>	4,20	4,63	4,25	3,89	4,53	4,76	3,67	5,07	4,77		
<b>Min</b>	1,47	1,40	1,40	0,88	1,52	1,15	1,26	1,32	1,78		
<b>Desv Est</b>	0,69	0,75	0,70	0,72	0,73	0,90	0,60	0,82	0,75		
<b>Promedio</b>	1,54	2,11	2,58	2,15	2,64	2,71	2,16	2,34	2,93	<b>259</b>	5
<b>Max</b>	2,55	4,04	4,39	4,38	4,28	5,02	4,45	4,21	4,24		
<b>Min</b>	0,73	0,66	0,91	0,76	1,04	0,84	0,95	0,88	0,79		
<b>Desv Est</b>	0,50	0,88	0,96	0,77	0,86	1,02	0,73	0,85	0,84		
<b>Promedio</b>	2,16	2,61	2,71	2,18	2,71	2,81	1,76	2,79	<b>No se obtuvo probeta</b>	<b>357</b>	6
<b>Max</b>	4,00	4,12	3,80	4,02	4,21	4,40	3,24	4,13			
<b>Min</b>	1,13	1,01	1,02	1,45	1,56	1,54	1,07	1,17			
<b>Desv Est</b>	0,72	0,83	0,74	0,61	0,54	0,67	0,51	0,68			
<b>Promedio</b>	2,08	2,61	2,82	1,99	2,48	2,70	1,91	1,96	2,74	<b>1510</b>	7
<b>Max</b>	3,34	4,33	4,15	3,76	4,54	4,76	3,21	3,90	4,28		
<b>Min</b>	1,32	1,44	1,21	0,97	0,89	1,10	0,79	0,93	1,27		
<b>Desv Est</b>	0,51	0,77	0,86	0,61	0,84	0,96	0,63	0,69	0,77		
<b>Promedio</b>	2,10	2,02	2,35	1,83	2,41	2,35	1,75	2,80	3,16	<b>7510</b>	8
<b>Max</b>	3,95	4,57	4,49	3,71	4,19	4,16	3,85	4,40	4,82		
<b>Min</b>	1,06	0,89	0,91	0,82	0,79	0,97	0,70	1,43	1,72		
<b>Desv Est</b>	0,69	0,81	0,88	0,70	0,89	0,85	0,72	0,72	0,68		

## Resumen familia 6

	Altura 1/4			Altura 1/2			Altura 3/4			Código de árbol	Nº árbol
	Anillos 1-6	Anillos 7-12	Anillos 13 y +	Anillos 1-6	Anillos 7-12	Anillos 13 y +	Anillos 1-6	Anillos 7-12	Anillos 13 y +		
<b>Promedio</b>	2,26	2,83	2,67	2,45	2,58	2,74	2,45	2,68	2,94	<b>369</b>	1
<b>Max</b>	4,25	3,92	3,80	3,71	3,70	3,96	4,18	3,80	4,69		
<b>Min</b>	1,25	1,67	1,66	1,56	1,54	1,44	1,55	1,40	1,69		
<b>Desv est</b>	0,57	0,57	0,53	0,53	0,57	0,56	0,56	0,63	0,73		
<b>Promedio</b>	2,15	2,45	2,35	2,41	2,42	2,75	2,49	2,69	2,89	<b>166</b>	2
<b>Max</b>	3,32	4,04	3,64	3,94	3,65	4,51	4,11	4,10	4,16		
<b>Min</b>	1,22	1,02	1,00	1,22	1,56	0,99	1,30	1,26	1,49		
<b>Desv Est</b>	0,47	0,78	0,62	0,60	0,53	0,78	0,58	0,66	0,68		
<b>Promedio</b>	1,68	1,99	3,01	2,07	2,23	2,55	2,09	2,32	2,64	<b>267</b>	3
<b>Max</b>	2,81	3,30	4,31	3,52	3,29	4,06	3,34	3,91	4,41		
<b>Min</b>	0,93	0,97	1,20	0,43	1,14	0,99	1,19	0,55	0,94		
<b>Desv Est</b>	0,42	0,62	0,75	0,74	0,55	0,66	0,47	0,71	0,75		
<b>Promedio</b>	1,76	2,64	2,87	1,92	2,33	2,80	1,94	2,52	2,74	<b>269</b>	4
<b>Max</b>	3,20	4,16	5,08	4,39	3,44	4,39	5,06	4,29	5,18		
<b>Min</b>	0,92	0,92	0,94	0,70	0,98	1,31	0,92	1,05	1,33		
<b>Desv Est</b>	0,51	0,85	0,90	0,65	0,71	0,80	0,73	0,70	0,66		
<b>Promedio</b>	1,96	2,43	1,92	1,97	2,28	2,32	1,97	2,10	2,75	<b>469</b>	5
<b>Max</b>	3,12	4,19	4,91	3,51	4,63	3,89	2,98	3,53	4,16		
<b>Min</b>	1,01	1,24	0,89	1,00	1,13	1,16	0,97	0,94	1,21		
<b>Desv Est</b>	0,50	0,77	0,68	0,58	0,86	0,70	0,53	0,71	0,75		
<b>Promedio</b>	1,82	2,62	2,98	1,79	2,27	2,33	1,95	2,57	2,86	<b>768</b>	6
<b>Max</b>	3,51	4,04	4,50	3,48	4,22	3,74	3,02	3,78	4,49		
<b>Min</b>	0,88	1,30	1,00	0,84	1,21	1,05	0,85	0,87	1,06		
<b>Desv Est</b>	0,65	0,75	0,99	0,69	0,65	0,73	0,55	0,77	0,85		
<b>Promedio</b>	2,02	2,36	2,31	2,08	2,50	2,72	2,04	2,29	3,00	<b>769</b>	7
<b>Max</b>	3,25	4,08	3,92	4,08	4,46	4,27	4,01	3,99	4,65		
<b>Min</b>	0,85	0,89	1,10	0,86	0,83	0,86	1,07	0,70	1,48		
<b>Desv Est</b>	0,50	0,86	0,76	0,74	0,83	0,84	0,69	0,90	0,80		
<b>Promedio</b>	2,36	2,65	2,75	2,29	2,93	3,22	2,27	2,85	<b>No se obtuvo probeta</b>	<b>167</b>	8
<b>Max</b>	3,42	3,83	4,76	3,49	4,18	5,03	3,72	4,60			
<b>Min</b>	1,64	1,60	1,21	1,57	1,55	2,02	1,50	1,45			
<b>Desv Est</b>	0,45	0,55	0,81	0,50	0,74	0,59	0,44	0,74			

## Resumen familia 7

	Altura 1/4			Altura 1/2			Altura 3/4			Código de árbol	Nº árbol
	Anillos 1-6	Anillos 7-12	Anillos 13 y +	Anillos 1-6	Anillos 7-12	Anillos 13 y +	Anillos 1-6	Anillos 7-12	Anillos 13 y +		
<b>Promedio</b>	2,02	2,74	2,91	2,38	2,63	2,78	2,47	2,95	3,37	<b>173</b>	1
<b>Max</b>	3,34	4,67	4,76	3,80	4,06	4,58	3,97	4,62	5,31		
<b>Min</b>	1,13	1,52	1,43	1,28	1,50	1,38	1,41	1,54	1,29		
<b>Desv est</b>	0,54	0,78	0,91	0,61	0,66	0,70	0,53	0,70	0,90		
<b>Promedio</b>	2,37	2,73	2,98	2,39	2,97	2,76	2,34	2,92	3,17	<b>174</b>	2
<b>Max</b>	4,25	4,51	4,90	3,89	4,28	4,41	6,28	4,46	4,76		
<b>Min</b>	1,34	1,31	1,43	1,25	1,68	1,51	1,15	1,78	1,44		
<b>Desv Est</b>	0,67	0,85	0,74	0,51	0,68	0,82	0,83	0,69	0,82		
<b>Promedio</b>	2,32	2,85	3,41	2,58	2,86	3,00	2,48	2,79	2,73	<b>175</b>	3
<b>Max</b>	3,46	4,12	5,59	4,49	4,34	4,54	4,34	4,25	4,20		
<b>Min</b>	1,23	1,48	1,36	1,36	1,48	1,35	1,57	1,33	1,55		
<b>Desv Est</b>	0,47	0,70	1,05	0,65	0,72	0,71	0,66	0,69	0,65		
<b>Promedio</b>	1,96	2,81	2,51	1,91	2,44	2,37	2,20	2,40	<b>No se obtuvo probeta</b>	<b>179</b>	4
<b>Max</b>	3,25	4,33	4,78	3,06	4,31	4,62	10,00	4,44			
<b>Min</b>	1,05	0,90	0,93	1,11	1,03	1,23	1,17	1,25			
<b>Desv Est</b>	0,67	0,91	1,09	0,46	0,75	0,78	1,30	0,70			
<b>Promedio</b>	1,85	2,60	2,61	1,73	2,25	2,65	2,32	2,82	<b>No se obtuvo probeta</b>	<b>276</b>	5
<b>Max</b>	3,54	4,43	4,28	3,48	4,08	4,45	3,69	4,23			
<b>Min</b>	0,95	1,10	1,50	0,91	0,73	1,09	1,25	0,86			
<b>Desv Est</b>	0,59	0,86	0,72	0,55	0,81	0,85	0,61	0,73			
<b>Promedio</b>	1,64	2,34	2,50	1,64	2,25	2,99	2,34	2,37	<b>No se obtuvo probeta</b>	<b>278</b>	6
<b>Max</b>	3,45	5,28	4,01	3,01	3,89	4,47	3,56	3,84			
<b>Min</b>	0,83	0,90	1,17	0,86	0,94	1,29	1,31	1,13			
<b>Desv Est</b>	0,44	0,84	0,89	0,52	0,68	0,75	0,59	0,70			
<b>Promedio</b>	1,82	2,43	2,69	1,80	2,21	2,74	2,02	2,57	2,64	<b>779</b>	7
<b>Max</b>	0,81	0,97	1,04	0,90	0,30	1,55	0,95	1,09	0,93		
<b>Min</b>	3,44	4,22	4,43	2,90	4,03	4,81	4,31	4,01	4,27		
<b>Desv Est</b>	0,55	0,84	0,93	0,52	0,95	0,77	0,74	0,66	0,78		
<b>Promedio</b>	1,96	2,32	2,13	2,49	2,75	2,74	1,89	1,86	2,24	<b>272</b>	8
<b>Max</b>	3,61	3,34	4,41	3,95	4,08	3,81	2,71	3,41	3,64		
<b>Min</b>	0,93	1,15	1,16	1,32	1,62	1,31	1,11	1,03	1,23		
<b>Desv Est</b>	0,65	0,55	0,64	0,66	0,73	0,58	0,43	0,63	0,63		

**ANEXO 5**  
Datos generales acerca de los árboles en estudio.

		Bloque 1						Bloque 2					Bloque 3						Bloque 4			Bloque 5			Bloque 6			Bloque 7									
Familia		4	1	6	3	5	2	7	3	2	4	6	1	7	5	2	3	4	5	1	6	1	3	6	6	1	3	1	6	3	6	6	5	4			
Nº de árbol	10				F5 7	F2 4				F4 6					F2 6						F1 8												F3 8				F5 8
	9		F1 1		F3 3			F7 4			F6 4			F5 5			F4 5	F5 2		F6 1			F6 5										F3 8		F6 7	F5 8	F7 7
	8												F7 6		F2 5																				F6 6	F4 7	
	7		F4 8						F3 2		F6 3								F5 6	F1 6																	
	6			F6 8			F2 2				F4 4		F1 2	F7 5	F5 4																						
	5					F5 3		F7 3								F2 8	F3 4						F3 5														
	4				F3 1		F2 1	F7 2		F2 7		F1 4		F5 1	F2 3						F1 5																
	3							F7 1			F4 1								F4 2														F3 7				
	2													F7 8									F1 3														
	1																																				F4 3
Cada cuadro verde representa un árbol presente en el estudio, el código numérico indica familia, número de árbol dentro de la familia																																					

Cuadro 1. Ubicación de los árboles en estudio dentro de la plantación ubicada en el fundo San Germán.

Familia, árbol dentro de la familia	Altura total	Altura obtención rodela 1	Altura obtención rodela 2	Altura obtención rodela 3	dap 1	dap 2	PROMEDIO DAP
F1 1	23,4	5,9	11,7	17,6	33,5	35,5	34,5
F1 2	22,7	5,7	11,4	17,0	32	32	32,0
F1 3	20,2	5,1	10,1	15,2	27,5	27,5	27,5
F1 4	21,7	5,4	10,9	16,3	30,5	31,5	31,0
F1 5	22,9	5,7	11,4	17,2	33,5	34	33,8
F1 6	21,8	5,5	10,9	16,4	30	29	29,5
F1 7	22,2	5,6	11,1	16,7	30,5	31	30,8
F1 8	22,9	5,7	11,4	17,1	30,5	30	30,3
F2 1	22,3	5,6	11,2	16,7	31,5	31	31,3
F2 2	21,8	5,5	10,9	16,4	33	32	32,5
F2 3	21,0	5,3	10,5	15,8	25	25	25,0
F2 4	21,2	5,3	10,6	15,9	25	25	25,0
F2 5	20,9	5,2	10,5	15,7	25,5	25,5	25,5
F2 6	23,6	5,9	11,8	17,7	23,5	32	27,8
F2 7	19,5	4,9	9,8	14,6	27,5	27	27,3
F2 8	22,0	5,5	11,0	16,5	27,5	28,5	28,0
F3 1	19,6	4,9	9,8	14,7	24,5	24,5	24,5
F3 2	22,0	5,5	11,0	16,5	23	24	23,5
F3 3	19,8	5,0	9,9	14,9	26,5	27,5	27,0
F3 4	20,1	5,0	10,1	15,1	25	24,5	24,8
F3 5	20,1	5,0	10,1	15,1	28	28	28,0
F3 6	21,5	5,4	10,8	16,1	28	28	28,0
F3 7	19,0	4,8	9,5	14,3	22	22	22,0
F3 8	20,0	5,0	10,0	15,0	29	28,5	28,8
F4 1	22,0	5,5	11,0	16,5	30,5	30,5	30,5
F4 2	21,6	5,4	10,8	16,2	33	32,5	32,8
F4 3	21,5	5,4	10,8	16,1	35,5	34	34,8
F4 4	20,0	5,0	10,0	15,0	25	25,5	25,3
F4 5	20,0	5,0	10,0	15,0	24	23,5	23,8
F4 6	22,6	5,6	11,3	16,9	30,5	30,5	30,5
F4 7	19,5	4,9	9,8	14,6	30	31	30,5
F4 8	18,2	4,6	9,1	13,7	28	29,5	28,8
F5 1	21,5	5,4	10,8	16,1	25,5	25	25,3
F5 2	21,4	5,4	10,7	16,1	33	31	32,0
F5 3	19,9	5,0	10,0	14,9	25	24,5	24,8
F5 4	21,3	5,3	10,7	16,0	26	25,5	25,8
F5 5	21,5	5,4	10,8	16,1	30,5	28	29,3
F5 6	13,7	3,4	6,8	10,2	19	19	19,0
F5 7	23,6	5,9	11,8	17,7	22,5	23	22,8
F5 8	18,2	4,6	9,1	13,7	27,5	27,5	27,5
F6 1	21,9	5,5	11,0	16,4	25	24,5	24,75
F6 2	20,0	5,0	10,0	15,0	25,5	25,5	25,5
F6 3	19,2	4,8	9,6	14,4	24,5	24	24,25
F6 4	18,2	4,6	9,1	13,7	25	25	25
F6 5	21,0	5,2	10,5	15,7	26,5	26	26,25
F6 6	19,9	5,0	10,0	14,9	28,5	28,5	28,5
F6 7	14,3	3,6	7,2	10,7	22	21,5	21,75
F6 8	19,7	4,9	9,9	14,8	26	26	26
F7 1	18,9	4,7	9,5	14,2	25	26	25,5
F7 2	20,0	5,0	10,0	15,0	25	24,5	24,75
F7 3	22,8	5,7	11,4	17,1	31,5	31	31,25
F7 4	26,6	6,7	13,3	20,0	20,5	21,25	20,875
F7 5	16,3	4,1	8,2	12,2	20	20	20
F7 6	19,4	4,8	9,7	14,5	22,5	22,5	22,5
F7 7	18,6	4,7	9,3	14,0	34	34	34
F7 8	22,0	5,5	11,0	16,5	29,5	29	29,25

Cuadro 2. Alturas a las que fueron obtenidas las rodela, más DAP promedios.