



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales

Determinación del límite entre la madera juvenil y madura en *Pinus taeda L.*

Patrocinante: Sr. Juan E. Diaz-vaz

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

CRISTIAN EDGARDO NAHUELPÁN LÓPEZ

VALDIVIA
2007

CALIFICACIÓN DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

		Nota
Patrocinante:	Sr. Juan Eduardo Diaz-vaz O.	6,2
Informante:	Sr. Roberto Juacida P.	6,5
Informante:	Sr. Héctor Cuevas D.	5,9

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 Eduardo Diaz-vaz O.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco a mis padres y hermanos, que estuvieron en los buenos y malos momentos de mi vida, les llevo en el alma y gracias por su apoyo incondicional.

Agradezco también a mis amigos de carrera, les deseo lo mejor en la vida y no tengo dudas de que de una u otra forma el éxito les espera.

Un agradecimiento al Sr. Juan Eduardo Diaz-vaz, por su buena disposición y colaboración en esta Tesis.

También un agradecimiento a la Sra. Alicia Fernández, por su colaboración en lo que fueron las labores de laboratorio y sus amenas charlas.

Y por último un agradecimiento a la gente del taller y todo aquel que hizo posible la realización de esta Tesis.

ÍNDICE DE MATERIAS

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1 Características de la especie.	2
2.2 Antecedentes del <i>Pinus taeda</i> L. en otros países.	2
2.3 Antecedentes sobre madera juvenil.	2
2.4 Características de la madera juvenil respecto a la madura en coníferas.	4
2.5 Consideraciones para delimitar madera juvenil y madura.	5
2.6 Características de la madera para delimitar madera juvenil y madura.	6
2.7 Otras consideraciones.	7
3. MATERIAL Y MÉTODO	8
3.1 Selección y ubicación del rodal.	8
3.2 Accesorios y equipos.	8
3.3 Procedimiento de obtención de probetas.	9
3.4 Método de medición de ancho de anillos.	9
3.5 Método de medición de largo de fibras.	10
3.6 Diseño experimental.	10
4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	11
4.1 Tendencia promedio de anillos.	11
4.2 Delimitación de ancho anillos norte.	13
4.3 Delimitación de ancho de anillos sur.	15
4.4 Tendencia promedio de largo de fibras.	16
4.5 Delimitación de madera juvenil según el largo de fibras.	18
5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	20
6. CONCLUSIONES	22
7. BIBLIOGRAFÍA	23
ANEXOS	
1 Abstract	
2 Estadística descriptiva	
3 Datos generales acerca de los árboles en estudio	

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Esquema de árbol con madera juvenil y madura.	3
Figura 2	Variación de propiedades en madera juvenil y madura.	4
Figura 3	Obtención de probetas a partir de una rodela.	9
Figura 4	Tendencia promedio ancho de anillos según la orientación norte en las probetas.	12
Figura 5	Tendencia promedio ancho de anillos según la orientación sur en las probetas.	12
Figura 6	Delimitación de madera juvenil mediante análisis de Cluster, según ancho de anillos norte.	14
Figura 7	Delimitación de madera juvenil mediante análisis de Cluster según ancho de anillos sur.	16
Figura 8	Tendencia promedio anillo a anillo de largo de fibras de todos los árboles.	17
Figura 9	Delimitación de madera juvenil mediante análisis de Cluster, según largo de fibras.	19
Figura 10	Límite de madera juvenil y madura según test de Tukey y análisis de Cluster, para ancho de anillos y largo de fibras.	21

ÍNDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1	Porcentaje de madera juvenil en <i>Pinus taeda</i> L. al aumentar edad.	3
Cuadro 2	Anillos involucrados en madera juvenil y madura en <i>Pinus taeda</i> L. según estudios anteriores.	5
Cuadro 3	Largo de traqueidas de <i>Pinus taeda</i> L., según estudios anteriores.	7
Cuadro 4	Valores generales de ancho de anillos (corresponde a probetas de orientación norte y sur).	11
Cuadro 5	Valores generales de largo de fibras (corresponde a un promedio de 50 fibras).	11
Cuadro 6	Test de comparación múltiple de Tukey para ancho de anillos orientación norte por anillo, al 95% de confianza.	13
Cuadro 7	Test de comparación múltiple de Tukey para ancho de anillos orientación sur por anillo, al 95% de confianza.	15
Cuadro 8	Test de comparación múltiple de Tukey para largo de fibras por anillo al 95% de confianza.	18

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo general del estudio fue determinar el límite entre madera juvenil y madera madura en *Pinus taeda L.*, utilizando cinco rodela al DAP. Se empleó como criterios de delimitación, el ancho de anillos y largo de fibras para el estudio.

De cada rodela se obtuvo un listón de madera del cuál se utilizó la ubicación norte o sur dependiendo de la madera de reacción encontrada.

Se midió el ancho de anillos con un pie de metro digital y luego se separó madera tardía y temprana mediante un bisturí, utilizándose la madera tardía para los ensayos de largo de fibra.

Se midieron 50 traqueidas por probeta, la medición se realizó mediante la proyección de la maceración en una mesa digitalizadora.

El análisis de los valores obtenidos para delimitar entre madera juvenil y madura fue hecho por los métodos de prueba de multicomparaciones de Tukey y análisis de Cluster.

Los resultados indican que el *Pinus taeda L.*, presentó un ancho de anillo promedio al DAP de 5,22mm y una desviación estándar promedio de 3,63. Y en el caso del largo de fibras promedio al DAP fue de 3,17mm y con una desviación estándar de 1,20.

En el caso del ancho de anillos, en la probeta norte mediante el test de Tukey el límite fue entre los anillos 9 a 11 y en la probeta sur fue de 8 a 11.

Mediante Cluster el ancho de anillo de la probeta norte se encontró en los anillos 5 a 6 y en la probeta sur entre 4 a 6.

Para el largo de fibras ambos métodos, para Tukey y Cluster los resultados entregaron los anillos 9 a 10 como límite.

Según los resultados, la delimitación de madera juvenil varía según los distintos criterios y también de acuerdo al método empleado.

Palabras claves: largo de fibras, ancho de anillos, Tukey, análisis Cluster.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad hay una necesidad creciente de buscar nuevas alternativas de especies forestales, que sean diferentes a las tradicionales que se plantan en Chile, por lo cual es importante impulsar investigaciones al respecto.

En el presente trabajo se utilizó el ancho de anillos y el largo de traqueidas para determinar el año de demarcación entre madera juvenil y madura en la especie *Pinus taeda* L, a partir de rodelas al DAP*.

Las diferencias encontradas entre madera juvenil y madura en relación al largo de fibras al igual que otras características como peso específico y ancho de anillos, ratifican el hecho que cada una de ellas sería un criterio factible de utilizar cuando se quiere delimitar madera juvenil.

Al analizar árboles de una misma especie y entre otras especies, la formación de madera juvenil es variable.

Por lo cual está la interrogante de determinar hasta que anillo producen madera juvenil, especies de *Pinus taeda* L. plantadas en esta zona.

Objetivo general.

- Determinar el año de demarcación entre madera juvenil y madera madura en *Pinus taeda* L.

Objetivos específicos.

- Determinar mediante el ancho de anillos el año de demarcación entre madera juvenil y madura en *Pinus taeda* L.
- Determinar mediante el largo de fibras el año de demarcación entre madera juvenil y madera madura.
- Establecer el largo de fibra promedio al DAP de la especie.
- Establecer el ancho de anillos promedio al DAP de la especie.

* DAP: Diámetro Altura Pecho

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Características de la especie.

Nombre científico: *Pinus taeda* L.

Nombre común: conocido como *Loblolly pine* en su país de origen, Estados Unidos. Los árboles alcanzan una altura de 30-45m con un diámetro de 0,4-1,5m. Posee madera resinosa y apta para construcciones, muebles, cajonería y producción de celulosa de fibra larga.

Familia: Pinaceae.

Origen: América del Norte y Golfo de México. (Forestry Compendium. Software. Global module 1998-2000)

2.2 Antecedentes del *Pinus taeda* L. en otros países.

El *Pinus taeda* L. es la especie más importante del sudeste de los E.E.U.U. y se planta para la producción de madera en muchos otros países. Es un árbol de crecimiento rápido con madera de alta calidad que se utiliza comúnmente para la pulpa y el papel como también para los materiales de construcción.

Se usa en África (particularmente Sudáfrica y Zimbabwe) y en Sudamérica para varios productos desde madera de construcción y pulpa. En Sudáfrica la especie ha desarrollado defectos en la madera y esto ha limitado su plantación, sin embargo se han desarrollado programas y prácticas silviculturales que han reducido este problema. Encontrado originalmente en sitios húmedos, el *Pinus taeda* L. es altamente adaptable. (Forestry Compendium. Software Global module 1998-2000)

2.3 Antecedentes sobre madera juvenil.

En las partes bajas de los fustes de árboles adultos, la madera juvenil corresponde al cilindro central. A medida que se consideran zonas más altas del tronco, la proporción de madera juvenil aumenta hasta que llega a constituir el 100%. (Díaz-vaz, 2003)

Las diferencias de comportamiento tecnológico entre madera juvenil y madura tiene especial importancia en coníferas de crecimiento rápido. El volumen de madera juvenil en estas especies es muy importante, ya que la proporción de madera juvenil es mayor a medida que disminuye la edad de rotación y en muchos casos de un cien por ciento, si se emplean las dimensiones menores de los árboles o el producto de raleo. (Díaz-vaz 1981)

Caracterizada por anillos anchos y una transición suave entre madera temprana y tardía, la madera juvenil presenta diferencias de importancia con la madera que le sigue hacia el exterior, denominada madera adulta o madura. Estas diferencias que son de gran interés en la industria de productos de madera, han obligado a profundizar el conocimiento sobre el tema. (Delmastro *et al*, 1982)

Cuadro 1. Porcentaje de madera juvenil en *Pinus taeda* L. al aumentar edad (Fuente Zobel 1998).

Edad	% en volumen madera juvenil	Referencia
15	85	Zobel 1998
18	47	Zobel <i>et al</i> , 1972
40	19	Zobel 1998
48	8	Zobel <i>et al</i> , 1972

En el cuadro se aprecia claramente que a medida que se incrementa la edad del árbol, se reduce el porcentaje de madera juvenil.

Estudios realizados en *Pinus taeda* L. indican que la madera juvenil se extiende desde la médula al anillo anual 7 al 11.

En *Pinus taeda* L. se dan diferencias significativas en los largos de fibra, entre ambas zonas de la madera como las determinadas por *Wheeler et al*, citado por Rivas (1982), con un promedio de 3,37 mm y 4,43 mm para madera juvenil y madera madura respectivamente.

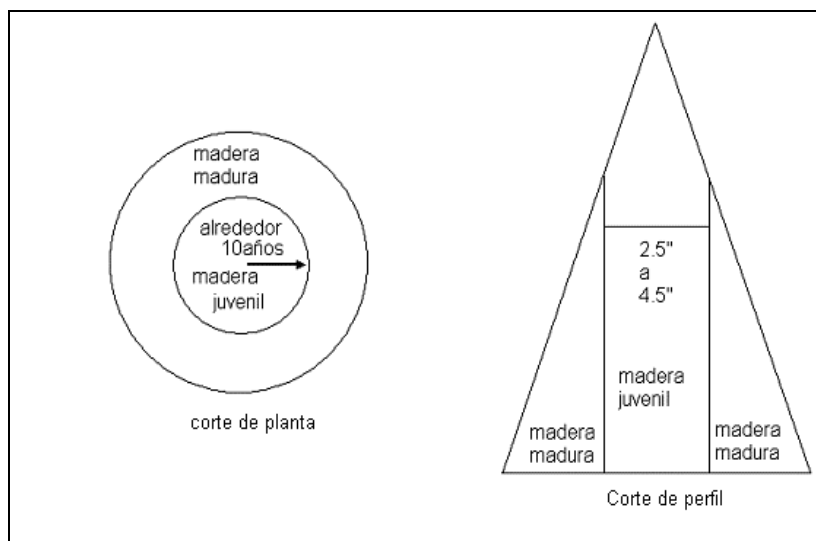


Figura 1. Esquema de árbol con madera juvenil y madura. (Fuente Zobel 1998)

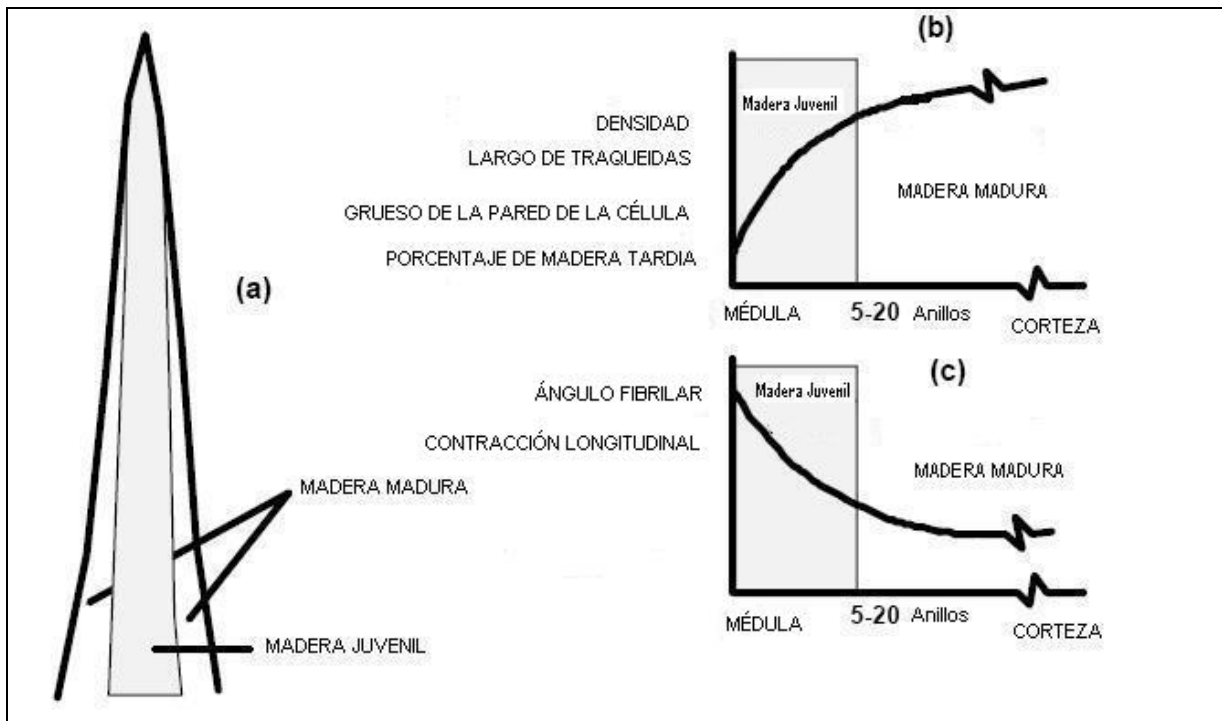


Figura 2. Variación de propiedades en madera juvenil y madura.

(a) Ubicación en el árbol de madera juvenil y madura.

(b) Propiedades que se incrementan desde madera juvenil a madura.

(c) Propiedades que decrecen de madera juvenil a madura.

(Fuente Kretschmann 1998)

2.4 Características de la madera juvenil respecto a la madura en coníferas*.

Madera Juvenil:

- Menor largo de traqueidas
- Anillos anchos
- Madera intermedia en mayor proporción.
- Densidad más baja
- Resistencias mecánicas menores
- Poliosas y lignina en mayor proporción en la parte superior tenemos una madera con gran cantidad de poliosas llamada madera de la cumbre.
- Mayor ángulo fibrilar en la S2.
- Cambios dimensionales longitudes mayor.
- Mayor posibilidad de tener grano revirado.
- Nudos en mayor proporción.
- Duramen en mayor proporción.
- Mayor posibilidad de tener madera de reacción.
- Madera tardía atípica.

* Diaz-vaz, 2003 Instituto de Tecnología de Productos Forestales UACH Apuntes de clase.

2.5 Consideraciones para delimitar madera juvenil y madura.

Las diferencias de ancho de anillos y largo de fibras permiten separar la madera juvenil de la madura, aún cuando no existen en forma nítida un límite entre ambas, sino más bien una transición suave. Son dos los puntos más importantes que deben tomarse en cuenta en la determinación de madera juvenil. El primero es el efecto de la edad de el árbol en cuestión y el segundo, el método mismo de evaluación. Una vez que se completo la formación de madera juvenil, se mantiene constante la cantidad de esta. La madera madura en cambio, se incrementa año tras año haciendo disminuir el porcentaje de madera juvenil. (Delmastro *et al*, 1982)

Cuando se requiere efectuar delimitación de madera juvenil-madura en un conjunto de árboles, algunos autores han propuesto analizar la tendencia promedio desde médula a corteza que siguen los valores de peso específico o largo de fibras, entre otras. Así, el límite entre ambas maderas se ubicaría en el punto donde se inicie la estabilización de la curva (Rivas 1982).

Las diferencias fundamentales factibles de encontrar en madera juvenil y madura se agrupan en su gran mayoría en características de la madera, como son el peso específico, largo de fibras, ancho de anillos, contenido de humedad, madera de compresión, y ángulo fibrilar.(Rivas 1982).

Las diferencias encontradas entre madera juvenil y madura para las características analizadas en la literatura, ratifican el hecho que cada una de ellas sería un criterio factible de utilizar cuando se quiere delimitar madera juvenil. (Rivas, 1982).

Cuadro 2. Anillos involucrados en madera juvenil y madura en *Pinus taeda L.* según estudios anteriores. (Fuente Zobel 1998)

Referencia	Anillo número	
	Madera juvenil	Madera madura
Szymanski and Tauer (1991)	Hasta el 12	Del 13 en adelante
Pearson and Gilmour (1991)	Hasta el 10	Del 11 en adelante
Kirk <i>et al.</i> (1972)	Hasta el 10	Del 11 en adelante
Barefoot <i>et al.</i> (1973)	Hasta el 10	Del 11 en adelante
Zobel <i>et al.</i> (1973)	Hasta el 10	Del 11 en adelante

2.6 Características de la madera para delimitar madera juvenil y madura.

- Largo de fibras.
- Peso específico.
- Ancho de anillos.
- Contenido de humedad.
- Madera de compresión.

Ancho de Anillos.

Los anillos anuales son las capas de madera generadas por el crecimiento de cada año. Los anillos están constituidos por un tejido leñoso denominado madera temprana, y a continuación por otro tejido leñoso más denso llamado madera tardía. El ancho de los anillos anuales varía desde una fracción de milímetros hasta algunos centímetros y depende de factores, genéticos y ambientales. (Navarrete, 2001).

En relación al ancho de anillo como característica que diferencia la madera juvenil de la madura, esta se presenta con una variación desde anillos anchos a más delgados para la zona de madera juvenil y anillos delgados que permanecen relativamente constante en la zona de madera madura. (Rivas, 1982).

Largo de traqueidas.

La longitud de 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).

El largo de traqueidas y la densidad son determinaciones que entregan gran parte de la información requerida de una madera. (Delmastro *et al*, 1982).

Respecto a la variación en el fuste, el largo de fibras aumenta desde la base hasta un tercio de la altura del árbol y luego decrece nuevamente. En el caso de los anillos cercanos a la médula, el largo de fibras casi no varía en las distintas alturas del fuste (Navarrete 2001).

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*, 1982), estas dos cualidades afectan notablemente el secado de la madera ya que influyen en los cambios dimensionales y la anisotropía. (Diaz-vaz, 2003).

El largo de traqueidas constituye la principal variable en la definición de límite entre madera juvenil. Las traqueidas son más cortas en la región de madera juvenil que en

la madera madura, aumentando de dirección médula a corteza. Cambios en el largo de traqueidas en la zona adulta del árbol son muy pequeños. (Ballarin A.; Lara H. 2003).

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.

Cuadro 3. Largo de traqueidas de *Pinus taeda* L., según estudios anteriores. (Fuente Larson *et al*, 2001)

Referencia	Largo de fibras (mm)
McMillan (1968)	3,84
Taylor y Moore (1981)	3,60
Cole (1966)	3,02
Zobel and Blair (1976)	2,99
Kellison (1981)	3,63

2.7 Otras consideraciones.

Investigadores han hecho notar la dificultad de determinar en forma precisa el límite de madera juvenil y madura, principalmente debido a la transición gradual de este cambio y a las variaciones existentes entre la especie y la localización geográfica. (Delmastro *et al*, 1982).

Según Jozsa y Middleton, (1997), en un estudio de pinos crecidos en Canadá. La presencia de madera juvenil tiene varios impactos sobre las propiedades de la madera, entre los principales se destacan:

- La contracción longitudinal es hasta cinco veces superior de la madera juvenil, que aumenta los riesgos de torcedura.
- La resistencia mecánica es inferior en madera juvenil.
- Menor rendimiento de madera juvenil para la producción de pulpa y papel.

Según conclusiones de Rivas (1982), analizadas las delimitaciones de madera juvenil, comprobó que pueden existir diferencias significativas al 1% entre las diferentes alturas según un análisis de varianza en el caso de peso específico sin extracción y diferencias al 5% en ancho de anillo y peso específico con extracción, mientras que para largo de fibras no se detectaron diferencias.

3. MATERIAL Y METODO

3.1 Selección y ubicación del rodal.

Los árboles elegidos fueron extraídos de un rodal ubicado en el Fundo Las Palmas distante a 15 Km de la ciudad de Valdivia, y perteneciente a la Universidad Austral de Chile.

Se utilizaron 5 árboles, elegidos mediante un censo efectuado en el rodal correspondiente a la especie *Pinus taeda* L. y posteriormente de estos árboles se extrajeron rodelas al DAP.

Las características de este rodal fueron las siguientes:

Edad	: 32 años.
Superficie	: 1 ha
Exposición	: Nor.-Oeste
Latitud Sur	: 39° 44'
Latitud Oeste	: 73° 08'
Altitud	: 40 m.s.n.m.

3.2 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.
- Mesa digitalizadora.
- Computador.
- Ácido acético glacial, agua oxigenada 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.

3.3 Procedimiento de obtención de probetas.

Se procedió a extraer de cada rodela un listón de 1 cm de ancho, el que se dividió en norte y sur originándose así dos muestras por árbol. Para los ensayos de largo de fibras se utilizó la ubicación norte y al encontrar madera de reacción se usó la probeta sur, en el caso de ancho de anillos se usaron ambas direcciones, para ver las diferencias de ancho de anillo entre las dos orientaciones. Posteriormente se pulieron las caras de los listones para así permitir una mejor identificación de los anillos.

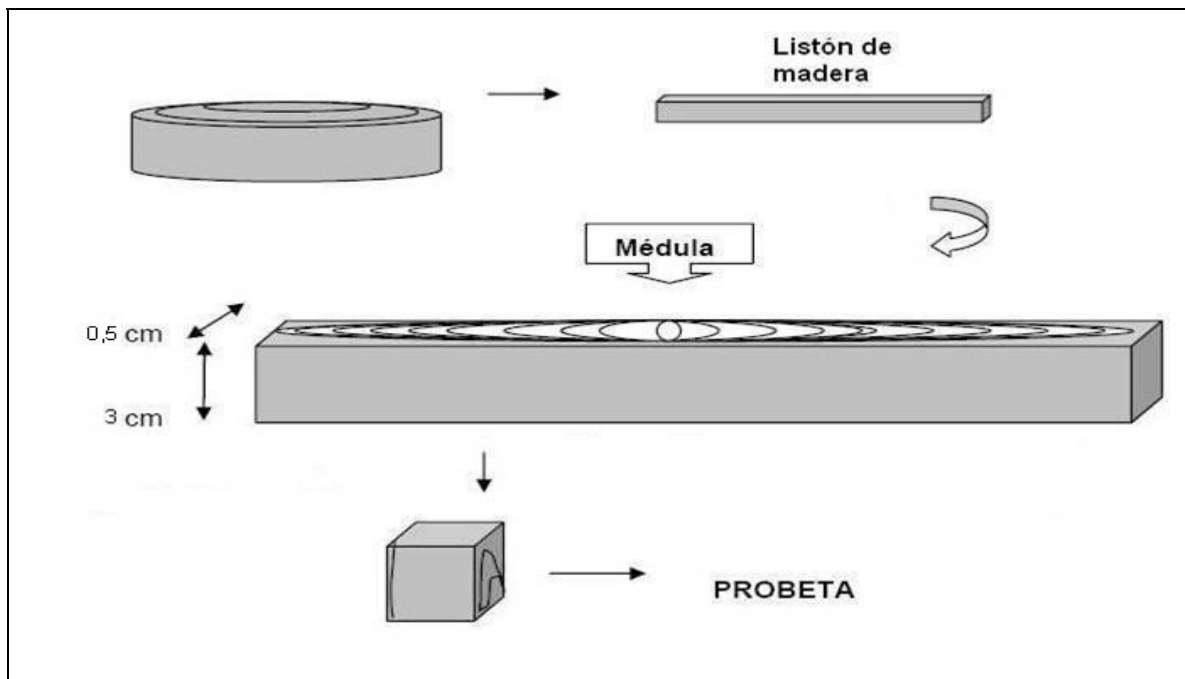


Figura 3. Obtención de probetas a partir de una rodela.

Una vez medido el ancho de anillos, los listones fueron divididos anillo por anillo de corteza a médula, separando madera tardía y temprana. Mediante la utilización de un microscopio se fijó el corte a realizar y con un bisturí, se procedió a separar la madera tardía, la cuál se utilizó para el largo de fibras.

3.4 Método de medición de ancho de anillos.

Las mediciones del ancho de anillos se realizaron en los listones extraídos a la altura del DAP, para ello se usó un pie de metro electrónico. Midiendo desde médula a corteza en dirección norte y sur.

3.5 Método de medición de largo de fibras.

Las fibras más largas de madera temprana se rompen con mayor facilidad que las fibras más cortas. Así, los valores registrados resultan menores a los reales largos de fibras que presenta la madera que se macera. Por lo cuál es razonable medir el largo de traqueidas en un solo tipo de fibra siendo la madera tardía la más recomendada, esto debido a que en la madera tardía tanto en fibras largas como cortas, tiene la misma capacidad de resistir al proceso de maceración. (Diaz-vaz, 2003).

Luego de separar la madera temprana y tardía, siendo esta última la que se ha de utilizar, se procedió a medir 50 fibras por cada anillo, de un total de 27 anillos por cada uno de los cinco árboles dando un total de 6750 fibras.

Se realizó una maceración Franklin, la cual consistió en una mezcla de agua oxigenada y ácido acético glacial, a una temperatura de 80°C.

Luego las fibras ya maceradas se batieron y se colocaron en agua en un tubo de ensayo donde se le agregó azul de metileno con el objeto de teñir las fibras. Una vez teñidas las fibras, se procedió a fijar estas con cinta adhesiva transparente sobre un marco de diapositivas, para ser proyectadas sobre una mesa digitalizadora, y mediante un software desarrollado por Diaz-vaz y Morales en 1990 se procede a medir el largo de fibras.

3.6 Diseño experimental.

Se utilizó el software estadístico STATGRAPHICS 5.1 PLUS realizándose el test de Tukey y análisis de Cluster.

El método conocido como análisis de Conglomerados o análisis de Cluster muestra bondades en el área biológica que pueden hacerse extensivas a los casos aquí analizados. La ventaja fundamental de este análisis es que no presenta restricción alguna en cuanto a características que pueden ser empleadas como unidad para el agrupamiento, es decir, se puede usar : peso específico, largo de traqueidas, diámetros celulares, ancho de pared celular u otras características. (Diaz-vaz 1981).

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Se presentan los resultados obtenidos de las mediciones efectuadas al ancho de anillos y largo de fibras.

Los valores fueron obtenidos mediante probetas provenientes del DAP para un total de 5 árboles. Los resultados de estos valores generales se resumen a continuación en los cuadros N° 4 y 5, indicándose, promedios, coeficientes de variación y valores mínimos y máximos.

Cuadro 4. Valores generales de ancho de anillos (corresponde a probetas de orientación norte y sur).

	Ancho de Anillos (mm)					Promedios Generales
	Árbol 1	Árbol 2	Árbol 3	Árbol 4	Árbol 5	
Promedio	3,99	6,26	5,13	5,62	5,09	5,22
Máximo	13,10	14,40	16,00	15,90	15,60	
Mínimo	1,00	2,30	1,00	1,40	1,30	
Desv. Est.	2,88	3,35	4,36	3,47	3,65	3,63

Cuadro 5. Valores generales de largo de fibras (corresponde a un promedio de 50 fibras).

	Largo de Fibras (mm)					Promedios Generales
	Árbol 1	Árbol 2	Árbol 3	Árbol 4	Árbol 5	
Promedio	3,04	2,84	3,41	3,33	3,24	3,17
Máximo	6,66	7,00	6,92	6,92	6,45	
Mínimo	0,30	0,31	0,34	0,34	0,30	
Desv. Est.	1,09	0,94	1,43	1,43	1,10	1,20

4.1 Tendencia promedio de ancho de anillos.

Los valores promedio de ancho de anillo muestran claramente una disminución gradual desde la médula a la corteza.

Se midió el ancho de anillo en las probetas con dirección norte y sur, esto para observar alguna diferencia respecto a ambas direcciones.

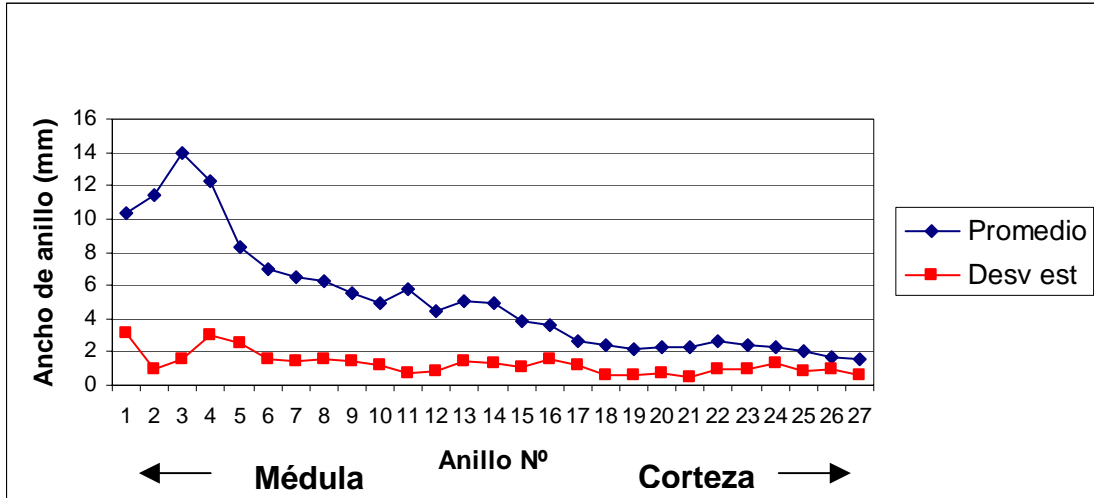


Figura 4. Tendencia promedio ancho de anillos según la orientación norte en las probetas.

La representación gráfica de los promedios de ancho de anillo, muestra que los primeros anillos cercanos a la médula presentan un ancho mayor y a medida que los anillos se van alejando de la médula hay un menor ancho de anillo (Figura 4).

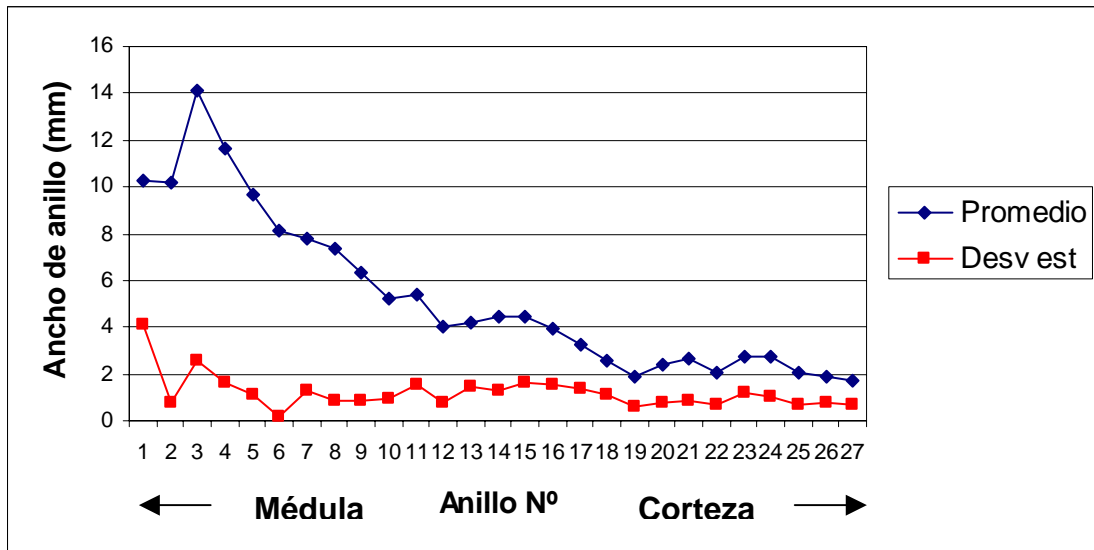


Figura 5. Tendencia promedio ancho de anillos según orientación sur en las probetas.

Según la figura 5, se observa que los primeros anillos cercanos a la médula presentan un ancho mayor y a medida que los anillos se van alejando de la médula hay un menor ancho de anillo.

Los valores promedio de ancho de anillo entre la probeta norte y sur no tuvieron mayores variaciones como se observa en los figuras 4 y 5.

4.2 Delimitación de ancho de anillos norte.

Los resultados obtenidos mediante test de Tukey se presentan a continuación en el cuadro número 6.

Cuadro 6. Test de comparación múltiple de Tukey para ancho de anillos norte por anillo al 95% de confianza.

Anillo	Promedio(mm)	Grupos homogéneos	Madera Juvenil	Madera Madura
27	1,6)))
26	1,7			
25	2,1			
19	2,2			
24	2,3			
21	2,3			
20	2,3			
18	2,4			
23	2,5			
22	2,6			
17	2,6			
16	3,6			
15	3,9			
12	4,4			
10	4,9			
14	4,9			
13	5,1			
9	5,5			
11	5,8			
8	6,2			
7	6,5			
6	7,0			
5	8,3			
1	10,3			
2	11,4			
4	12,3			
3	13,9			

Para este criterio, el test de Tukey dio como resultado la formación de varios grupos y una zona de transición que en el caso del ancho de anillo norte quedó determinada entre los anillo 9 y 11.

Los resultados obtenidos mediante análisis de Cluster son presentados a continuación.

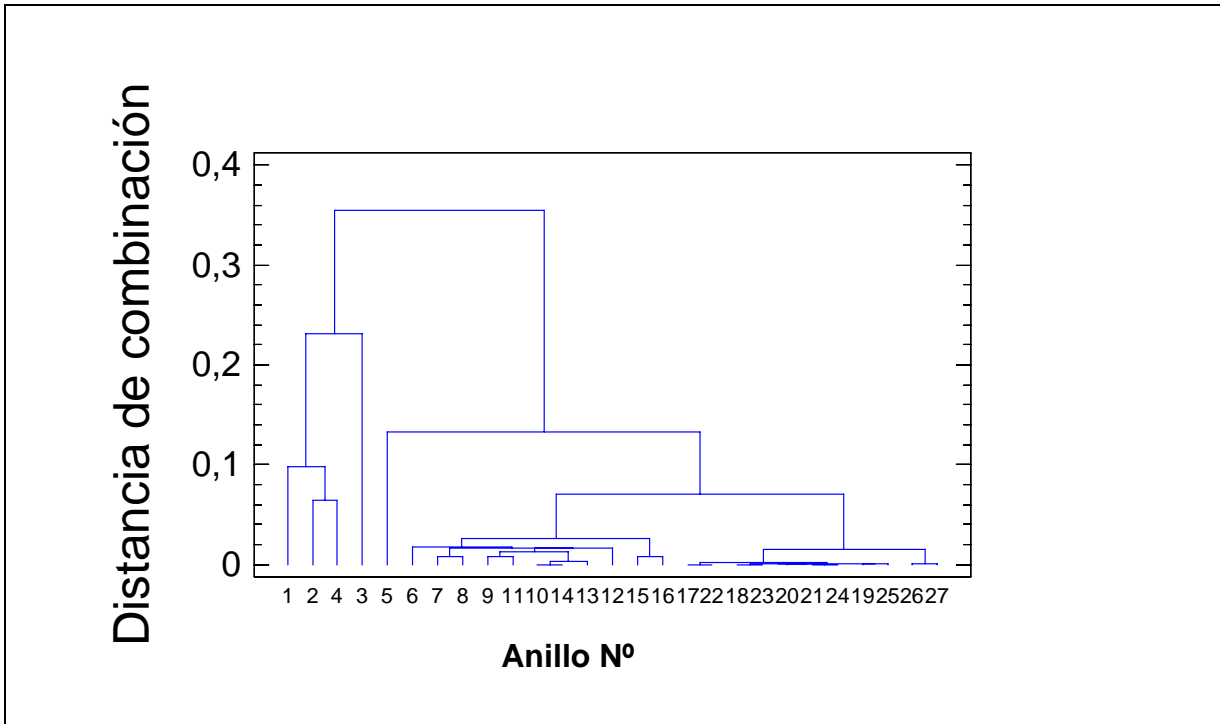


Figura 6. Delimitación de madera juvenil mediante análisis de Cluster, según ancho de anillos norte.

Se observan 2 grandes grupos desde el anillo 1 al 3 y otro desde el anillo 5 en adelante, existiendo a su vez un subgrupo dentro de esta segunda agrupación que va desde al anillo 6 al 16 y el otro subgrupo va desde el anillo 17 al anillo 27. De acuerdo a este criterio la madera juvenil en esta probeta con orientación norte, se encuentra aproximadamente hasta el anillo 5 a 6 (Figura 6).

4.3 Delimitación de ancho de anillos sur.

Los resultados obtenidos mediante test de Tukey se presentan a continuación en el cuadro número 7.

Cuadro 7. Test de comparación múltiple de Tukey para ancho de anillos orientación sur por anillo, al 95% de confianza.

Anillo	Promedio(mm)	Grupos homogéneos	Madera Juvenil	Madera Madura
27	1,7))
26	1,8			
19	1,9			
25	2,0			
22	2,1			
20	2,4			
18	2,6			
21	2,6			
23	2,7			
24	2,8			
17	3,3			
16	4,0			
12	4,0			
13	4,2			
14	4,5			
15	4,5			
10	5,2))	
11	5,4			
9	6,3			
8	7,4			
7	7,8			
6	8,1			
5	9,6			
2	10,2			
1	10,3			
4	11,6			
3	14,1			

Para el ancho de anillo sur, se formaron varios grupos y el límite más probable de la madera juvenil se ubicó entre los anillos 8 al 11, a diferencia de la probeta norte (Cuadro 7).

Los resultados obtenidos mediante análisis de Cluster son presentados a continuación.

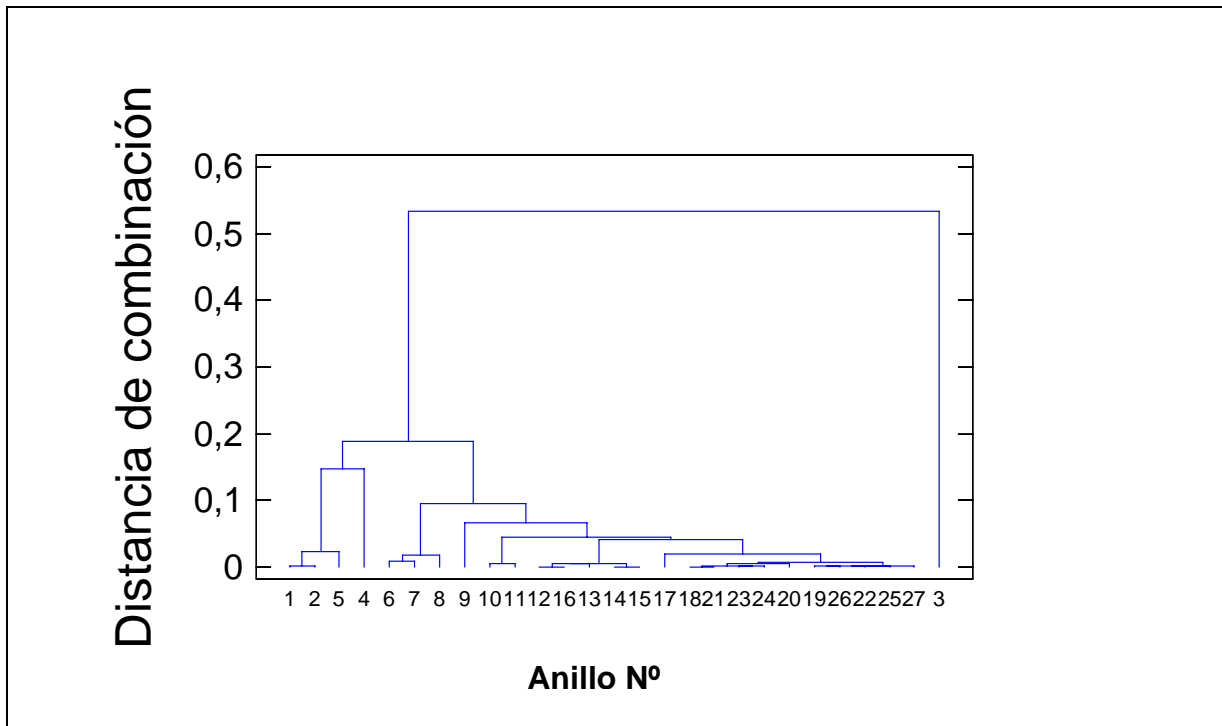


Figura 7. Delimitación de madera juvenil mediante análisis de Cluster según ancho de anillos sur.

Según los resultados del análisis Cluster se observa el anillo 3 con un valor muy diferente a los anillos anteriores, esto se puede deber a la presencia de madera de reacción presente en la probeta. Si pasamos por alto el anillo 3, encontramos 2 grupos grandes el primero desde el anillo 1 al 4 y el otro del anillo 6 en adelante el cual posee subgrupos, y el límite más probable de la madera juvenil se ubicó entre los anillos 4 a 6 (Figura 7).

4.4 Tendencia promedio de largo de fibras.

Para el largo de fibras, la tendencia general de los valores de médula a corteza experimentó un aumento promedio, desde el anillo 1 con 1,27mm hasta el anillo 10 con 3,03mm y de este anillo 10 hasta el 27 donde tuvo un largo promedio de 4,27mm.

Se observa que los primeros anillos cercanos a la médula presentan un menor largo de fibra y a medida que los anillos se van alejando de la médula hay un mayor largo de fibra (Figura 8)

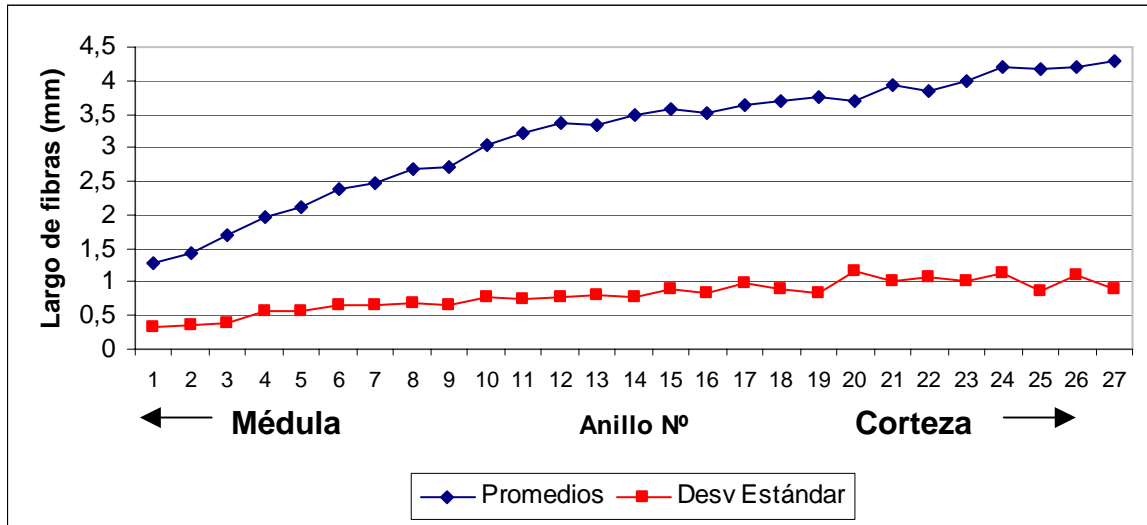


Figura 8. Tendencia promedio anillo a anillo de largo de fibras de todos los árboles.

4.5 Delimitación de madera juvenil según el largo de fibra.

Según test de Tukey para largo de fibra los resultados son los siguientes:

Cuadro 8. Test de comparación múltiple de Tukey para largo de fibras por anillo al 95% de confianza.

Anillo	Promedio(mm)	Grupos homogéneos	Madera Juvenil	Madera Madura
1	1,28			
2	1,42			
3	1,71			
4	1,98			
5	2,11			
6	2,37			
7	2,46			
8	2,67			
9	2,70			
10	3,04			
11	3,22			
13	3,33			
12	3,35			
14	3,50			
16	3,52			
15	3,56			
17	3,62			
20	3,69			
18	3,71			
19	3,77			
22	3,85			
23	3,90			
21	3,93			
25	4,18			
24	4,19			
26	4,20			
27	4,28			

En el test de Tukey para largo de fibras se pueden apreciar varios grupos y encontrándose la zona de transición entre los anillos 9 a 10 (Cuadro 8).

Los resultados obtenidos mediante análisis de Cluster son presentados a continuación.

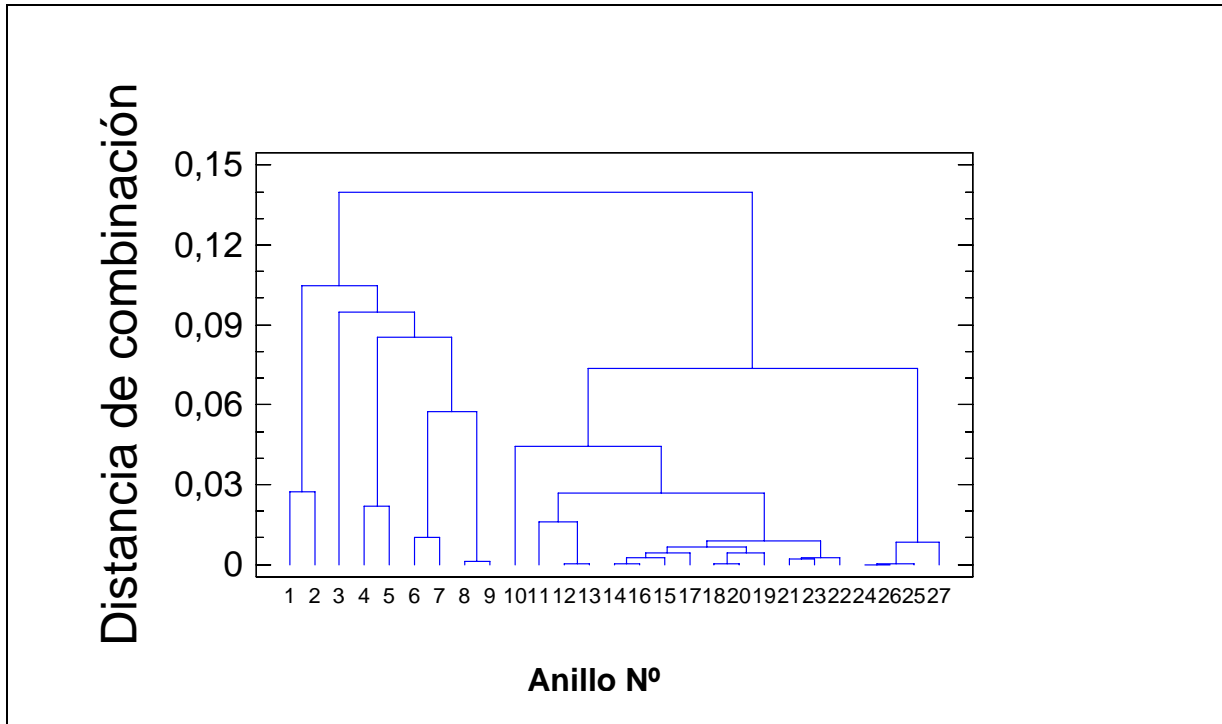


Figura 9. Delimitación de madera juvenil mediante análisis de Cluster, según largo de fibras.

En el análisis de Cluster delimitando madera juvenil según el criterio de largo de fibras, se pueden distinguir en la figura 9, dos grupos, el primero desde el anillo 1 al 9 y un segundo del anillo 10 al 27. Por lo tanto podemos encontrar en el anillo 9 a 10 el límite entre madera juvenil y madura para esta especie, coincidiendo con la mayoría de los estudios anteriores (cuadro 2).

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El promedio general de ancho de anillos al DAP para *Pinus taeda L.* fué un ancho de 5,22 mm y una desviación estándar de 3,63.

Estos resultados fueron menores a los obtenidos en un estudio de *Pinus taeda L.* realizado en Uruguay (Pérez del Castillo *et al*, 2000), el ancho de anillos tuvo un promedio mayor de 12,6mm, pero en dicho estudio hubo árboles jóvenes de 11 a 21 años, por lo cuál se explicaría un mayor ancho de anillo al estar constituidos de un mayor porcentaje de madera juvenil, a diferencia de el rodal de 32años utilizado para el estudio realizado.

El largo de fibras promedio al DAP para la especie fue de 3,17 mm y una desviación estándar de 1,20.

En comparación con los largos de fibra del cuadro 3, se aprecia que el resultado de largo de fibra obtenido está dentro de los rangos de estudios anteriores entre 2,99mm y 3,84mm.

De los procedimientos usados en el estudio los que entregaron resultados más fáciles de interpretar para poder aproximar el límite entre madera juvenil y madura fué el largo de fibra mediante análisis de Cluster ya que en la medición de ancho de anillos en las probetas norte y sur no se llegó a consenso respecto al anillo que delimitará las zonas juvenil y madura, esto debido a los diferentes procedimientos utilizados ya que, en el caso de largo de fibras se utilizó solo una orientación a diferencia del ancho de anillos, en que se uso ambas direcciones.

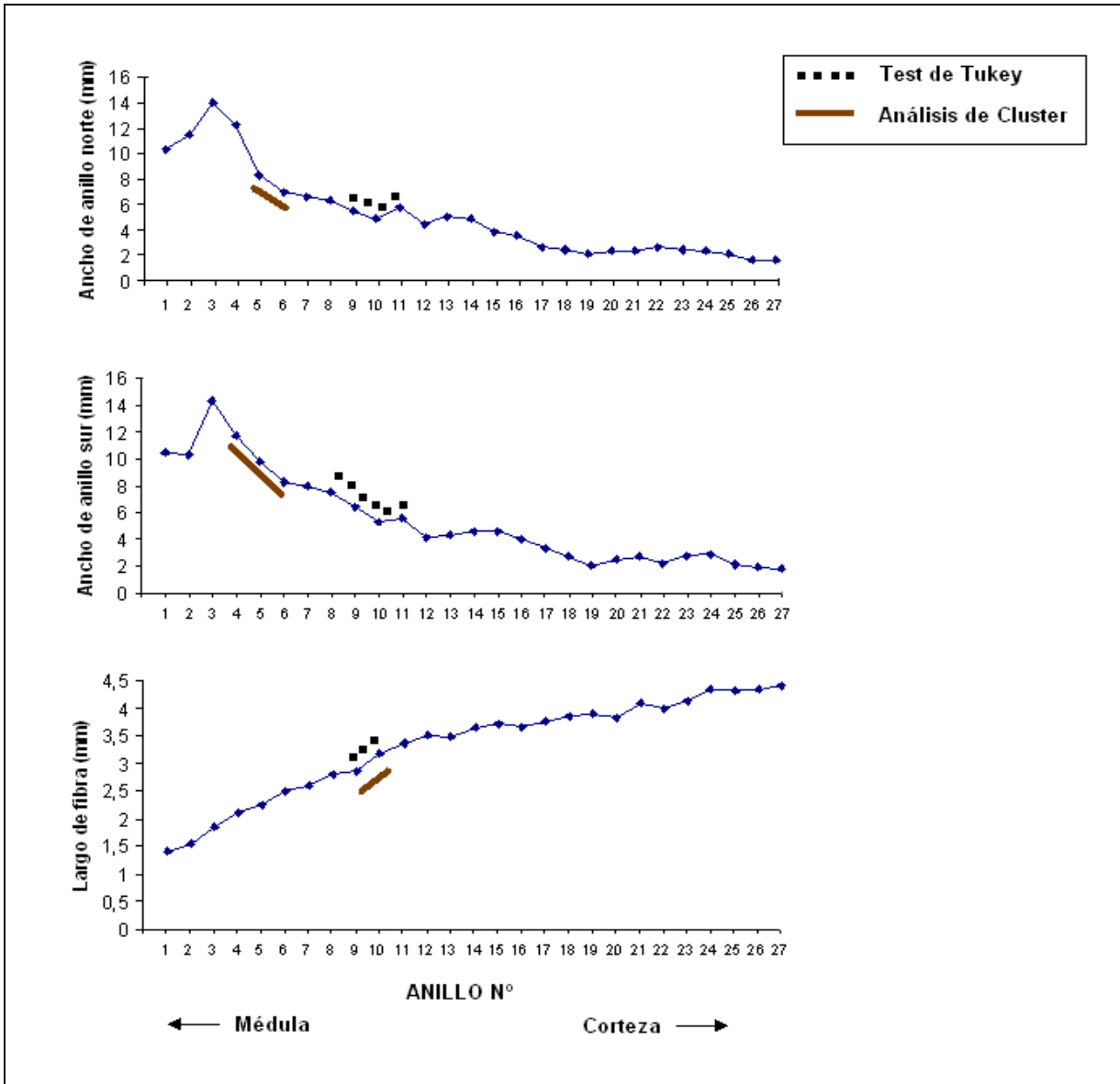


Figura 10. Límite de madera juvenil y madura según test de Tukey y análisis de Cluster, para ancho de anillos y largo de fibras.

Según los resultados representados en la figura 14 se observan las diferencias en la delimitación de madera juvenil a madura mediante los criterios de ancho de anillos y largo de fibras. Siendo el largo de fibras el método que tuvo menos diferencias entre sí, aproximando el límite a los anillos 9 a 10 tanto en los métodos de Tukey como de Cluster.

Otra diferencia que hubo en los métodos empleados, fué que el análisis de Cluster dio una delimitación más cercana a la médula a diferencia del test de Tukey siendo esto notorio en el ancho de anillos.

6. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se concluye que en el *Pinus taeda* L. crecido en Valdivia, el ancho de anillo disminuye desde médula a corteza y en el caso de largo de fibras, las fibras aumentan su longitud desde médula a corteza. Lo cuál concuerda con lo revisado en bibliografía.

Respecto a la delimitación de madera juvenil y madura esta depende del método empleado, en este caso ancho de anillos y largo de fibras. Como también de los métodos estadísticos empleados ya sea en este caso Tukey o Cluster.

Tanto en la delimitación mediante el test de Tukey como por análisis de Cluster, el ancho de anillo presentó el límite de madera juvenil y madura entre un rango de los anillos 4 al 11. Por lo cual este criterio, no logró precisar el límite de la forma que lo hizo el largo de fibras, que mediante test de Tukey como en el análisis de Cluster entregó un rango entre los anillos 9 y 10 como posibles límites.

Respecto a los métodos utilizados el análisis de Cluster ha demostrado ser de gran utilidad para este tipo de estudios de delimitación. Formando conglomerados y así tener una mejor interpretación de los datos, para aproximar el límite de madera juvenil y madura.

El límite de madera juvenil para largo de fibra, resultó similar a lo obtenido en otras investigaciones sobre esta especie.

El estudio de madera juvenil es de gran importancia para los diferentes usos a los que será destinada la madera, por lo que silvicultores y genetistas deberían hacer esfuerzos para mejorar la calidad de la madera obtenida en las plantaciones de nuestro país.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Ballarin, A.; Lara, H. 2003. Propiedades de resistência e rigidez da madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L.
INTERNET: <http://www.ipef.br/publicacoes/scienta/nr64/cap01.pdf> (Junio 07,2006).
- Delmastro, R.; Diaz-Vaz, J.; Schlatter, J. 1982. Variabilidad de las características tecnológicas hereditarias del *Pinus radiata* (D.Don). Investigación y desarrollo forestal nº43. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile.89p.
- Diaz-vaz, J. 1981. Delimitación de madera temprana-tardía y juvenil-madura en *Pino Oregón*. Bosque (Chile) 4(1): 55-57p
- Diaz-vaz, J.; Morales, J. 1990. Software para la medición de largo de fibras.
- Diaz-vaz, J. 2003. Anatomía de maderas. Valdivia, Chile. Marisa Cuneo Ediciones 151p.
- Forestry Compendium, Software. Global module 1998-2000, CAB Internacional.
- Josza, L.; Middleton, G. 1997. A Discussion of wood quality attributes and their practicals implications, Forintek Canada Corp. Western Laboratory. 42p.
- Kretschmann, D. 1998. Properties of juvenile wood. INTERNET: <http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/techline/properties-of-juvenile-wood.pdf> (Junio 7, 2006).
- Larson, P. Kretschmann, D.; Clark A.; Isebrands, J. 2001. Formation and Properties of juvenile wood in southern pines. INTERNET: http://zeus.dci.ubiobio.cl/~ananas/wood_juvenile.pdf (Junio 03,2006).
- Navarrete, R. 2001. Caracterización tecnológica de *Pinus ponderosa*. Dougl. crecido en la IX región de Chile. Tesis Ing. For. Valdivia, Universidad Austral Valdivia. Fac. Cs. Forestales. 51p.
- Orell, A. 2004. Estudio del largo de traqueidas en *Sequoia sempervirens* D. Don (*Ende*) crecida en Chile, con respecto a su ubicación en el árbol. Tesis Ing. For. Santiago, Universidad de Chile, Fac. Cs. Forestales. 97p.
- Pérez del Castillo, A.; De Castro, R.; Saadaki, O. 2000. Índices de calidad de madera en *Pinus taeda* de Rivera para la optimización en el uso final. INTERNET: <http://www.latu.org.uy/doc/forestal/info2.pdf> (Mayo 03, 2006).
- Rivas, C. 1982. Determinación de madera juvenil en *Pinus radiata* D. Don. Tesis Ing.For. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Fac. de Cs. Forestales. 76p.

Zobel, B.; Sprague, J. 1998. Juvenile wood in forest trees, Springer series in wood science Editor T.E. Timell State University of New York. 300p.

Young J., 1991. Preparación de la fibra y flujo de alimentación de pasta. Pulpa y papel, química y tecnología química. .México. LIMUSA. v. II. cap. 6.

ANEXOS

ANEXO 1
Abstract.

ABSTRACT

The general objective of the study was to determine limits between juvenile wood and mature wood in *Pinus taeda* L., using five disks to DCH*. Use as criteria of boundary, wide rings and fiber lengths for the study.

From each disk obtained a wood strip of which was used the north or south location depending of found reaction wood.

The wide one of ring to measure with a digital Vernier and later separate earlywood and latewood with a scalpel, used the latewood for the test of the fiber length.

50 tracheids was measured by wood sample, the measurement was made by projection of the maceration in a table digitizer.

The analysis of the obtained values to delimit between juvenile and mature wood was made by methods of Tukey multicomparisons test and Cluster analysis.

The results indicate that *Pinus taeda* L., presented an average wide of ring to DCH of 5,22 mm and a standard deviation of 3,63. And in the case of fiber length an average to DCH was 3,17mm and with a standard deviation of 1,20.

In the case of wide rings, in the North wood sample by Tukey test the limit was between ring 9 to 11 and in the South wood sample was 8 to 11.

By Cluster the wide ring of the North wood sample was in ring 5 to 6 and the South wood sample between 4 to 6.

For the fiber length both methods, for Tukey and Cluster the results gave ring 9 to 10 like limit.

According to the results, the juvenile wood boundary also varies according to the different criteria and according to the used method.

Key words: fiber length, wide rings, Tukey, Cluster analysis.

* DCH = Diameter at Chest Height

ANEXO 2
Estadística descriptiva.

Tabla resumen ancho de anillos (mm).

Orientación Norte									
Anillo número	Árboles					Promedio	Desv est	Máximo	Mínimo
	1	2	3	4	5				
1	6,2	13,4	13,3	8,3	10,4	10,3	3,1	13,4	6,2
2	9,8	11,7	11,4	11,9	12,2	11,4	0,9	12,2	9,8
3	13,1	11,7	14,3	15,0	15,6	13,9	1,6	15,6	11,7
4	7,1	13,5	14,8	13,5	12,5	12,3	3,0	14,8	7,1
5	4,2	10,2	10,4	8,6	7,9	8,3	2,5	10,4	4,2
6	4,9	7,6	6,9	9,1	6,5	7,0	1,5	9,1	4,9
7	4,5	8,2	7,5	6,4	6,1	6,5	1,4	8,2	4,5
8	4,2	8,0	7,5	5,2	6,3	6,2	1,6	8,0	4,2
9	4,8	7,6	3,7	5,4	6,0	5,5	1,4	7,6	3,7
10	4,3	6,3	3,1	5,2	5,5	4,9	1,2	6,3	3,1
11	5,7	6,7	4,8	6,0	5,8	5,8	0,7	6,7	4,8
12	3,1	5,1	4,1	5,3	4,6	4,4	0,9	5,3	3,1
13	3,4	7,3	4,2	5,3	5,3	5,1	1,5	7,3	3,4
14	3,4	6,7	5,0	5,4	4,0	4,9	1,3	6,7	3,4
15	3,4	5,0	2,7	5,1	3,2	3,9	1,1	5,1	2,7
16	2,4	5,4	2,3	5,0	2,7	3,6	1,5	5,4	2,3
17	1,8	4,5	1,7	3,3	1,9	2,6	1,2	4,5	1,7
18	2,1	2,7	2,1	3,4	1,9	2,4	0,6	3,4	1,9
19	2,4	2,7	1,3	2,7	1,7	2,2	0,6	2,7	1,3
20	1,7	2,7	1,9	3,5	1,9	2,3	0,8	3,5	1,7
21	1,7	2,8	2,6	2,6	1,7	2,3	0,5	2,8	1,7
22	1,7	3,9	3,3	2,4	1,7	2,6	1,0	3,9	1,7
23	1,2	3,7	2,1	2,4	2,9	2,5	0,9	3,7	1,2
24	1,0	4,5	1,8	1,9	2,2	2,3	1,3	4,5	1,0
25	2,0	3,5	1,4	1,7	1,8	2,1	0,8	3,5	1,4
26	1,1	3,4	1,0	1,4	1,4	1,7	1,0	3,4	1,0
27	1,5	2,5	1,0	1,6	1,3	1,6	0,6	2,5	1,0

Orientación Sur									
Anillo número	Árboles					Promedio	Desv est	Máximo	Mínimo
	1	2	3	4	5				
1	5,2	12,1	15,7	7,5	11	10,3	4,1	15,7	5,2
2	9,2	10,9	10,9	9,7	10,1	10,2	0,7	10,9	9,2
3	9,7	14,4	16	15,9	14,7	14,1	2,6	16,0	9,7
4	9,8	13,3	11,4	13,2	10,4	11,6	1,6	13,3	9,8
5	10,7	10,7	9,6	8,9	8,3	9,6	1,1	10,7	8,3
6	8	8,3	7,9	8,2	8,3	8,1	0,2	8,3	7,9
7	6,6	7,5	10	7,7	7,3	7,8	1,3	10,0	6,6
8	6,8	6,6	8,6	8	6,8	7,4	0,9	8,6	6,6
9	5,4	5,6	7,1	6,2	7,2	6,3	0,8	7,2	5,4
10	4,2	4,6	4,8	6,2	6,2	5,2	0,9	6,2	4,2
11	3,4	5,2	5,4	7,8	5,3	5,4	1,6	7,8	3,4
12	2,9	4,7	4,6	4	3,7	4,0	0,7	4,7	2,9
13	2,9	6,6	3,2	4	4,3	4,2	1,5	6,6	2,9
14	3,6	6,6	3,6	4,7	3,8	4,5	1,3	6,6	3,6
15	2,6	6,2	3,2	5,9	4,5	4,5	1,6	6,2	2,6
16	1,8	5,9	3,2	4,9	4	4,0	1,6	5,9	1,8
17	1,8	4,6	1,9	4,7	3,3	3,3	1,4	4,7	1,8
18	1,7	3,7	1,1	3,5	3	2,6	1,1	3,7	1,1
19	1,7	2,6	1,1	2,1	2,1	1,9	0,6	2,6	1,1
20	1,9	3,1	1,6	3,2	2	2,4	0,7	3,2	1,6
21	2,2	3,9	1,8	3,2	2	2,6	0,9	3,9	1,8
22	1,9	3,3	1,6	2	1,6	2,1	0,7	3,3	1,6
23	2,2	4,2	1,1	3,3	2,7	2,7	1,2	4,2	1,1
24	2,5	4,5	1,7	2,9	2,3	2,8	1,1	4,5	1,7
25	1,2	2,8	1,7	2,7	1,7	2,0	0,7	2,8	1,2
26	1,3	2,3	1	3	1,6	1,8	0,8	3,0	1,0
27	1,4	2,3	1	2,5	1,4	1,7	0,6	2,5	1,0

Tabla resumen largo de fibras (mm).

	Anillo número	Árbol 1	Árbol 2	Árbol 3	Árbol 4	Árbol 5
Máx.	1	1,96	1,98	1,71	2,10	1,97
Mín.		0,58	0,41	0,66	0,40	0,82
Promedio		1,26	1,37	1,12	1,25	1,38
Desv. Est.		0,32	0,35	0,24	0,38	0,27
Máx.	2	2,11	2,33	1,87	2,22	2,00
Mín.		0,30	0,90	0,48	0,53	0,91
Promedio		1,48	1,50	1,17	1,47	1,48
Desv. Est.		0,34	0,32	0,30	0,38	0,25
Máx.	3	2,43	2,22	2,25	3,13	2,38
Mín.		0,94	1,11	0,75	1,12	0,91
Promedio		1,68	1,71	1,47	2,04	1,65
Desv. Est.		0,33	0,28	0,37	0,44	0,32
Máx.	4	2,62	2,97	2,92	4,39	2,75
Mín.		0,94	0,31	0,69	1,12	1,04
Promedio		1,77	1,90	1,96	2,38	1,89
Desv. Est.		0,41	0,66	0,50	0,61	0,39
Máx.	5	2,78	3,00	2,65	4,23	2,62
Mín.		1,23	1,14	0,83	1,10	1,25
Promedio		1,99	2,23	1,84	2,51	2,00
Desv. Est.		0,36	0,41	0,40	0,85	0,34
Máx.	6	4,27	3,54	3,50	4,47	3,89
Mín.		0,57	1,42	1,13	0,64	1,44
Promedio		2,29	2,38	2,17	2,43	2,58
Desv. Est.		0,70	0,49	0,61	0,76	0,66
Máx.	7	3,35	3,44	4,74	4,19	3,37
Mín.		0,61	1,27	1,06	0,39	1,48
Promedio		2,35	2,47	2,15	2,71	2,63
Desv. Est.		0,59	0,47	0,56	0,94	0,54
Máx.	8	5,32	4,15	3,50	3,64	4,26
Mín.		0,30	1,36	1,14	0,52	2,00
Promedio		2,84	2,45	2,40	2,65	3,02
Desv. Est.		0,96	0,53	0,54	0,66	0,45
Máx.	9	4,41	3,75	3,88	4,41	5,24
Mín.		0,86	1,42	1,24	1,68	0,80
Promedio		2,60	2,44	2,61	2,96	2,91
Desv. Est.		0,75	0,53	0,54	0,59	0,75
Máx.	10	4,60	4,16	6,42	5,08	4,37
Mín.		0,32	2,10	1,86	0,31	1,48
Promedio		2,82	2,83	3,31	3,02	3,18
Desv. Est.		0,67	0,47	0,71	1,05	0,75
Máx.	11	4,85	3,97	4,56	4,54	4,88
Mín.		0,49	2,01	1,59	0,64	1,74
Promedio		3,62	2,92	3,24	3,02	3,31
Desv. Est.		0,84	0,46	0,63	0,91	0,60

Máx.	12	1,96	1,98	1,71	2,10	1,97
Mín.		0,58	0,41	0,66	0,40	0,82
Promedio		1,26	1,37	1,12	1,25	1,38
Desv. Est.		0,32	0,35	0,24	0,38	0,27
Máx.	13	2,11	2,33	1,87	2,22	2,00
Mín.		0,30	0,90	0,48	0,53	0,91
Promedio		1,48	1,50	1,17	1,47	1,48
Desv. Est.		0,34	0,32	0,30	0,38	0,25
Máx.	14	2,43	2,22	2,25	3,13	2,38
Mín.		0,94	1,11	0,75	1,12	0,91
Promedio		1,68	1,71	1,47	2,04	1,65
Desv. Est.		0,33	0,28	0,37	0,44	0,32
Máx.	15	2,62	2,97	2,92	4,39	2,75
Mín.		0,94	0,31	0,69	1,12	1,04
Promedio		1,77	1,90	1,96	2,38	1,89
Desv. Est.		0,41	0,66	0,50	0,61	0,39
Máx.	16	2,78	3,00	2,65	4,23	2,62
Mín.		1,23	1,14	0,83	1,10	1,25
Promedio		1,99	2,23	1,84	2,51	2,00
Desv. Est.		0,36	0,41	0,40	0,85	0,34
Máx.	17	4,27	3,54	3,50	4,47	3,89
Mín.		0,57	1,42	1,13	0,64	1,44
Promedio		2,29	2,38	2,17	2,43	2,58
Desv. Est.		0,70	0,49	0,61	0,76	0,66
Máx.	18	3,35	3,44	4,74	4,19	3,37
Mín.		0,61	1,27	1,06	0,39	1,48
Promedio		2,35	2,47	2,15	2,71	2,63
Desv. Est.		0,59	0,47	0,56	0,94	0,54
Máx.	19	5,32	4,15	3,50	3,64	4,26
Mín.		0,30	1,36	1,14	0,52	2,00
Promedio		2,84	2,45	2,40	2,65	3,02
Desv. Est.		0,96	0,53	0,54	0,66	0,45
Máx.	20	4,41	3,75	3,88	4,41	5,24
Mín.		0,86	1,42	1,24	1,68	0,80
Promedio		2,60	2,44	2,61	2,96	2,91
Desv. Est.		0,75	0,53	0,54	0,59	0,75
Máx.	21	4,60	4,16	6,42	5,08	4,37
Mín.		0,32	2,10	1,86	0,31	1,48
Promedio		2,82	2,83	3,31	3,02	3,18
Desv. Est.		0,67	0,47	0,71	1,05	0,75
Máx.	22	4,85	3,97	4,56	4,54	4,88
Mín.		0,49	2,01	1,59	0,64	1,74
Promedio		3,62	2,92	3,24	3,02	3,31
Desv. Est.		0,84	0,46	0,63	0,91	0,60
Máx.	23	1,96	1,98	1,71	2,10	1,97
Mín.		0,58	0,41	0,66	0,40	0,82
Promedio		1,26	1,37	1,12	1,25	1,38
Desv. Est.		0,32	0,35	0,24	0,38	0,27

Máx.	24	6,28	4,67	6,20	6,61	5,15
Mín.		1,00	1,98	2,41	2,20	0,58
Promedio		3,42	3,36	4,67	4,14	3,88
Desv. Est.		1,11	0,68	0,90	0,93	0,95
Máx.	25	6,66	5,44	6,92	6,88	5,79
Mín.		1,08	2,06	2,44	0,54	0,53
Promedio		3,63	3,78	4,90	4,40	4,25
Desv. Est.		1,11	0,79	0,91	1,31	1,03
Máx.	26	4,97	5,48	6,33	5,86	5,99
Mín.		2,27	2,08	3,32	3,10	0,31
Promedio		3,84	3,74	4,80	4,59	3,91
Desv. Est.		0,68	0,76	0,65	0,73	0,88
Máx.	27	5,58	5,11	6,81	6,30	6,45
Mín.		1,58	2,26	3,17	0,49	3,48
Promedio		3,33	3,63	5,07	4,54	4,41
Desv. Est.		0,78	0,82	0,86	1,34	0,52

ANEXO 3

Datos generales acerca de los árboles en estudio.

Cuadro 1. Ubicación de los árboles en estudio dentro del rodal ubicado en el fundo las Palmas.

21	22	60	61	100	101	158
20	23	59	62		102	157
19	24	58	63	99	103	156
18	25	57	64		104	155
17	26	56	65	98	105	154
16	27		66		106	153
15	28	55	67	97	107	152
14			68		108	151
13	29	54	69	96	109	150
			70		110	149
12	30	53	71	95	111	148
			72		112	147
11	31	52	73	94	113	146
					114	145
10	32	51	74	93	115	144
						143
9	33	50	75	92	116	142
						141
8	34	49	76	91	117	140
						139
7	35	48	77	90	118	138
						137
6	36	47	78	89	119	136
						135
5	37	46	79	88	120	134
						133
4	38	45	80	87	121	132
						131
3	39	44	81	86	122	130
						129
2	40	43	82	85	123	128
						127
1	41	42	83	84	124	126

Cuadro 2. Información de los árboles seleccionados en estudio dentro del rodal.

Árbol número	N° del árbol seleccionado	DAP(cm)	Altura (m)	
			DAP	Estrato Social (alt)
1	65	28,3	1,3	co
2	85	41	1,3	do
3	74	34,5	1,3	do
4	53	36,1	1,3	do
5	134	34	1,3	do