



Universidad Austral de Chile
Facultad de Ciencias Forestales

**“Límite de madera juvenil según densidad de la
madera en 7 familias de *Larix decidua*”**

Patrocinante: Sr. Juan Eduardo Diaz-vaz O.

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

CRISTIAN EDUARDO AMPUERO SEPÚLVEDA

VALDIVIA
2008

CALIFICACIÓN DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

		NOTA
Patrocinante:	Sr. Juan Eduardo Diaz-vaz Olmedo	<u>59</u>
Informante:	Sr. Hernán Pobrete Wilson	<u>65</u>
Informante:	Sr. Héctor Cuevas Doering	<u>63</u>

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 Olmedo

A mis padres, Dionisio y Eliana.

Las personas más importantes de mi vida.

*Todos mis logros son frutos de su esfuerzo,
permanente preocupación y apoyo incondicional.*

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres por todo el apoyo brindado durante mis años en la Universidad, por los esfuerzos que hicieron para ayudarme durante mi estadía y todos los consejos que me dieron cuando me sentía con problemas, sin duda ustedes son las mejores personas y les estaré agradecido eternamente.

A mis hermanos Álvaro, Diego y Rodrigo, por todas sus buenas vibras y apoyarme en todo sentido, los amo hermanos.

A mis abuelas, tíos, tías, primos, por su agradable compañía y apoyarme cuando lo necesite, gracias por ser unas buenas personas conmigo.

Mención especial, para mis tíos de la pensión, José y Jeannette, por tratarme como un hijo en todos estos años y aceptarme como uno más de la familia.

A mis amigos, por todas las vivencias compartidas, sin duda gracias a ustedes mi estadía durante mi época universitaria fue de lo mejor y aquellos momentos que pasamos juntos serán recordados como los mejores en mi vida.

A mi profesor patrocinante, Dr. Juan Eduardo Diaz-vaz., por su incalculable aporte al desarrollo de este trabajo, por sus recomendaciones, conocimientos y permanente colaboración en mi formación profesional, muchas gracias.

A mis profesores informantes, Sr. Hernán Poblete y Sr. Héctor Cuevas Doering, por sus oportunos consejos y valiosas críticas.

Gracias a todo el personal del Instituto de Tecnología de Productos Forestales (TEIM), por su calidez humana y los conocimientos aprendidos, en especial al profesor Sr. Alfredo Aguilera por ayudarme en mi carrera como profesional.

A todos mis compañeros de carrera, gracias por ayudarme en mis estudios y por todos los momentos pasados juntos, en la cual la pasamos muy bien y aprendimos juntos con mucho esfuerzo, y lo más importante es que sacamos nuestra carrera adelante.

Por último Agradezco a Dios por darme fuerza de seguir adelante durante todos estos años y agradecido de ponerme en este camino en donde estude una linda carrera.

ÍNDICE DE MATERIAS

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo General	1
1.2 Objetivos específicos	1
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1 Aspectos generales de la especie	2
2.2 Características macroscópicas de la madera	2
2.3 Densidad básica	3
2.4 Factores que afectan a la densidad de la madera	4
2.5 Variación de madera juvenil	4
2.6 Técnicas para delimitación de madera juvenil y madura	5
3. MATERIAL Y MÉTODO	6
3.1 Descripción área de estudio	6
3.2 Antecedentes de sitio de ensayo	6
3.3 Método de muestreo	7
3.4 Procedimiento para obtención de densidad básica	9
4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	10
4.1 Determinación de la variabilidad de la densidad básica entre familias	10
4.2 Delimitación de madera juvenil según la densidad básica.	14
5. CONCLUSIÓN	21
6. BIBLIOGRAFÍA	22
ANEXOS	26

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1 Valores generales de densidad básica	10
Cuadro 2 Comparaciones múltiples según método de Tukey con 95% de confianza, para el factor familia	11
Cuadro 3 Cambio de madera juvenil a madura de todos los árboles por familia	19
Cuadro 4 Valores generales de densidad básica familia 1	30
Cuadro 5 Valores generales de densidad básica familia 2	31
Cuadro 6 Valores generales de densidad básica familia 3	32
Cuadro 7 Valores generales de densidad básica familia 4	33
Cuadro 8 Valores generales de densidad básica familia 5	34
Cuadro 9 Valores generales de densidad básica familia 6	35
Cuadro 10 Valores generales de densidad básica familia 7	36
Cuadro 11 Ubicación de los árboles en estudio dentro de la plantación ubicada en el fundo San Germán	46

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1.	7
Figura 2.	8
Figura 3.	12
Figura 4.	12
Figura 5.	13
Figura 6.	14
Figura 7.	15
Figura 8.	15
Figura 9.	16
Figura 10.	17
Figura 11.	17
Figura 12.	18
Figura 13.	19
Figura 14.	38
Figura 15.	38
Figura 16.	38
Figura 17.	38
Figura 18.	38
Figura 19.	38
Figura 20.	38
Figura 21.	39
Figura 22.	39
Figura 23.	39
Figura 24.	39
Figura 25.	39
Figura 26.	39
Figura 27.	39
Figura 28.	40
Figura 29.	40
Figura 30.	40
Figura 31.	40
Figura 32.	40
Figura 33.	40
Figura 34.	40
Figura 35.	41

Figura 36.	Delimitación de madera juvenil árbol 2, familia 4	41
Figura 37.	Delimitación de madera juvenil árbol 3, familia 4	41
Figura 38.	Delimitación de madera juvenil árbol 4, familia 4	41
Figura 39.	Delimitación de madera juvenil árbol 5, familia 4	41
Figura 40.	Delimitación de madera juvenil árbol 6, familia 4	41
Figura 41.	Delimitación de madera juvenil árbol 7, familia 5	41
Figura 42.	Delimitación de madera juvenil árbol 1, familia 5	42
Figura 43.	Delimitación de madera juvenil árbol 2, familia 5	42
Figura 44.	Delimitación de madera juvenil árbol 3, familia 5	42
Figura 45.	Delimitación de madera juvenil árbol 4, familia 5	42
Figura 46.	Delimitación de madera juvenil árbol 5, familia 5	42
Figura 47.	Delimitación de madera juvenil árbol 6, familia 5	42
Figura 48.	Delimitación de madera juvenil árbol 7, familia 5	42
Figura 49.	Delimitación de madera juvenil árbol 1, familia 6	43
Figura 50.	Delimitación de madera juvenil árbol 2, familia 6	43
Figura 51.	Delimitación de madera juvenil árbol 3, familia 6	43
Figura 52.	Delimitación de madera juvenil árbol 4, familia 6	43
Figura 53.	Delimitación de madera juvenil árbol 5, familia 6	43
Figura 54.	Delimitación de madera juvenil árbol 6, familia 6	43
Figura 55.	Delimitación de madera juvenil árbol 7, familia 6	43
Figura 56.	Delimitación de madera juvenil árbol 1, familia 7	44
Figura 57.	Delimitación de madera juvenil árbol 2, familia 7	44
Figura 58.	Delimitación de madera juvenil árbol 3, familia 7	44
Figura 59.	Delimitación de madera juvenil árbol 4, familia 7	44
Figura 60.	Delimitación de madera juvenil árbol 5, familia 7	44
Figura 61.	Delimitación de madera juvenil árbol 6, familia 7	44
Figura 62.	Delimitación de madera juvenil árbol 7, familia 7	44

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo general del estudio fue determinar el límite de madera juvenil según densidad de la madera en siete familias del *Larix decidua*, pertenecientes a un ensayo de adaptabilidad de familias de medios hermanos de 30 años de edad.

Se utilizaron siete árboles por cada una de las siete familias, y de cada uno de los árboles se obtuvo una rodela. Estas fueron convertida en un listón utilizándose la orientación norte. Si se encontraba nudos o madera de reacción se procedió a cambiar de orientación. Posteriormente se cortaron anillo por anillo después de la madera tardía. En aquellos anillos más cerca de la corteza se agruparon varios debido al tamaño de estos. Una vez obtenidas las muestras se procedió a medir volumen a través del método de Arquímedes y determinar la masa anhidra para así obtener la densidad básica de la madera que es la relación entre masa anhidra y volumen saturado.

El valor promedio de densidad obtenido en el estudio fue de $0,46 \text{ g/ cm}^3$ con diferencias significativas entre familias. Las familias 1, 2 y 6 formaron un grupo homogéneo mientras que las familias 3 y 7 formaron otros. Las familias 4 y 5 no fueron diferentes a las familias 1, 2, 6 y 7 formando otro grupo. También se encontraron diferencias significativas entre árboles de las mismas familias.

El análisis de los valores obtenidos para delimitar madera juvenil y madura fue hecho por el método de análisis de Cluster, el cual indicó que el límite de madera juvenil a madura se hallaba entre el anillo 10 y 11. También se procedió a delimitar madera juvenil en cada familia y en cada árbol.

Palabras claves: Densidad básica, análisis cluster.

1. INTRODUCCIÓN

La introducción de nuevas especies de alto rendimiento y valor comercial es una actividad que el sector forestal del país ha desarrollado desde hace muchos años. El aumento de la demanda de madera, causado por el desarrollo económico e industrial, obliga a aumentar el conocimiento sobre nuevas especies con aptitud forestal, interés comercial y de calidad.

Bajo este concepto se hace interesante evaluar las principales características de maderas no utilizadas masivamente. En Chile la introducción de especies forestales se viene realizando hace muchos años y entre las especies que han sido consideradas se encuentra *Larix decidua* Miller. En la actualidad se estudian también otras exóticas para conocer su potencial en la producción forestal (Camcore, 2000).

Larix decidua, conocido como alerce europeo, es considerada una especie de rápido crecimiento entre las coníferas después del género *Pinus*. Estudios han demostrado que en la zona patagónica, ha alcanzado 38 m de altura a los 59 años, creciendo bajo 1.200 mm de precipitación (Godoy, 2002).

El estudio explica que hay cambios de la densidad de médula a corteza, entre árboles de la misma especie, especies de la misma familia, en donde el paso de la madera juvenil a madura es gradual.

El objetivo general del estudio, es determinar el límite de madera juvenil a madura según la densidad de la madera en distintas familias de *Larix decidua*.

Para el cumplimiento del objetivo general se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- a) Comparación de la variación de la densidad de médula a corteza entre familias.
- b) Determinación de la densidad en cada árbol

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Aspectos generales de la especie

Las especies del género *Larix* poseen amplia distribución, presentándose en Europa, Asia y Norteamérica (Campos, 2006). El *Larix decidua* es originario del norte y centro de Europa, especialmente en los sectores montañosos de los Alpes, Savoya, los Carpatos y en el valle de vistula en Polonia.

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

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

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

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

2.2 Características macroscópicas de la madera

La madera de *Larix decidua* presenta la albura de color amarillo y el duramen muy característico por su color pardo rosado o rojizo. En ocasiones, la madera presenta vetas de color castaño. La albura y el duramen se encuentran bien diferenciados. Madera no resinosa, de grano fino, fibra recta, anillos de crecimiento evidentes, de anchura uniforme, y extraordinariamente pequeña (comprendida entre 1 y 2 mm) y densidad básica que varía entre los 0,38-0,58 g/cm³.

En relación a procesos tecnológicos, la conducción del secado presenta una elevada contracción (García *et al.*, 1996). En cuanto a las condiciones de trabajo es factible trabajar con herramientas manuales o máquinas, pero los nudos pueden estropear las cuchillas y ser causa de embotamientos. Se clava, atornilla y encola fácilmente, además adquiere un bonito pulido, condición que la hace más apreciada en el mercado de la mueblería (Morales, 1998). Acepta barnices, tinturas, y los acabados son buenos.

Es resistente a condiciones de humedad y sequedad, y por ello es utilizado sobre todo para postes y carpintería. También utilizado para la construcción de puentes, traviesas ferroviarias, ripias, escaleras, chapeado, revestimientos de madera, y chapas decorativas.

2.3 Densidad básica

La densidad básica es una de las características más representativas de la mayoría de las propiedades y singularidades de la madera, es por ello que se usa generalmente como parámetro de evaluación (Lüders, 1999). La densidad básica de la madera tiene un efecto importante sobre el rendimiento y calidad del producto final y se considera como la propiedad de la madera más importante para casi todos los productos maderables derivados de las especies forestales (Einspahr, 1969).

La densidad básica está definida como la relación entre la masa de la probeta en el estado anhidro y el volumen de la probeta en estado hinchado (INN, 1986). Algunos estudios señalan que la densidad básica del *Larix decidua* varía entre 0,50 y 0,65 g/cm³ (García, 1996). Un estudio realizado en la provincia de Valdivia se midió la densidad del *Larix decidua* en donde los valores fluctuaron entre 0,45 y 0,47 g/cm³ a los 11 años de edad, considerando madera hasta los 2 metros de altura del fuste (Geldres, 1988).

En las coníferas ocurre una considerable variación de la densidad básica en los árboles de la misma especie, la que en algunos estudios ha llegado hasta el 50 % (Daniel *et al.*, 1982). Carter (1983) menciona que al igual que el resto de las propiedades y características de la madera, la densidad básica fluctúa tanto dentro de un árbol, como entre árboles, esto en pino oregón.

Diversos estudios han considerado una muestra de 10 árboles como suficientes para estimar algunas propiedades en coníferas de rápido crecimiento; este es el caso de un estudio de la incidencia de la edad del árbol en las propiedades físicas y mecánicas de *Pinus radiata*, se utilizaron muestras de 10 árboles por rodal estudiado (Pérez, Cabrera, 1987). En ensayos de características físicas en *Pseudotsuga menziesii* y *Pinus ponderosa* realizado en Chile, se utilizó también una muestra de 10 árboles (Díaz-vaz, 1995).

2.4 Factores que afectan a la densidad de la madera

Son numerosos los factores que producen variación en la densidad básica, entre las cuales se puede incluir: condiciones de sitio, composición del rodal y espaciamiento (Haygreen, Bowyer, 1982). Las coníferas que se desarrollan en latitudes altas, tienen una baja tasa de crecimiento y presentan anillos de densidad superior (Dimwoodie, 2000). Dentro de un árbol hay variaciones importantes dentro de un mismo anillo, diferencias en el radio y altura (Carter, 1983).

Diversos estudios indican una variación de la densidad de la madera a diferentes niveles de altura y diámetro (Delmastro *et al.*, 1980; Greenhill, 1984; Kininmonth y Whitehouse, 1991; Jayawickrama, 1992, Zobel, Talbert, 1992). La densidad varía entre localidades, rodales de la misma localidad, árboles del mismo rodal y dentro del árbol, tales como la proporción de madera juvenil vs. madera madura, madera temprana vs. madera tardía, madera normal vs. madera de reacción, además del tamaño de las fibras, espesor de la pared celular, tipo y diámetro de células y contenido de extraíbles presentes en la madera (Campos, 2006). Estudios indican que la presencia y cantidad relativa de extraíbles, es influenciada por la edad de los árboles y su interacción con el medio ambiente (Prado, Barros, 1989).

2.5 Variación de madera juvenil

La madera juvenil en las coníferas ha sido definida como una madera de anillos anchos, poco densa, gran ángulo fibrilar y de menor largo de fibras (Paul, 1960; Scott, 1961).

Los maderas más cercanas a la médula se denominan zona de madera juvenil, la cual se diferencia en cuanto a características y propiedades a la zona llamada madura (Díaz-vaz, 2003). El paso de un tipo de madera a otra es gradual, no existiendo una división clara de límite entre ambas (Gilmore, Pearson, 1971).

El tiempo durante el cual cada árbol forma madera juvenil es significativamente diferente aún entre árboles de una misma especie. Por ejemplo, en *Pinus radiata*, árboles de cuatro rodales, presentaban límites que oscilaban entre los 6 y 16 años (Díaz-vaz, 1990). Esto significa que árboles de una misma especie puede tener propiedades diferentes por el sólo hecho de tener distintas proporciones de madera juvenil (Díaz-vaz, 2003).

En las partes bajas de los fustes de árboles adultos, la madera juvenil corresponde al cilindro central. En estos mismos árboles, 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).

Cuando se analizan árboles de una misma especie, la porción de madera juvenil entre individuos puede variar significativamente (Zobel *et al.*, 1959; Díaz-vaz, 1981).

2.6 Técnicas para delimitación de madera juvenil y madura

La madera juvenil en el caso de las coníferas presenta características y propiedades, diferentes de aquellas que se encuentran en la madera madura, por ejemplo: menor peso específico, menor largo de fibras y mayor ancho de anillos, entre otros. Estas diferencias permiten separar ambos tipos de madera, aún cuando no existe un límite abrupto entre ambas, sino más bien, una transición suave (Carter, 1983).

En la delimitación de madera juvenil se debe considerar dos puntos importantes. El primero es el efecto de la edad del árbol en cuestión, y el segundo, el método mismo de delimitación. En primer lugar la edad será de gran importancia si los valores de madera juvenil se entregan en porcentaje, puesto que la cantidad de madera juvenil una vez completada en una zona del fuste, permanece constante, en cambio la madera madura se incrementa año tras año. (Delmastro *et al.*, 1979).

En cuanto a los métodos para delimitar madera juvenil-madura, depende de cómo se efectúe; ya que, se puede aplicar un método subjetivo, de apreciación visual, que se base en identificar como madera juvenil aquella que tiene poca madera tardía y apariencia de madera muerta o poco brillante (Zobel, 1958). Otros investigadores fijan a *priori* un número de anillos desde la médula que asegure que se trata de madera juvenil, e igual para todos los árboles. Al respecto la mayoría de los autores consideran como madera juvenil la zona comprendida por los primeros 5 a 10 anillos cercanos a la médula, según estudios realizados en diferentes especies (Hiatt *et al.*, 1960; Adlard *et al.*, 1969; Burdon y Harris, 1976; Delmastro *et al.*, 1979).

También para delimitar madera juvenil algunos investigadores han propuesto analizar la tendencia promedio desde médula a corteza que siguen los valores de peso específico o largo de fibras. El límite se ubica en el punto donde se inicia la estabilización de los valores (Zobel, Mc Elwee, 1958). Una técnica usada corresponde al análisis de conglomerado "Cluster Análisis" (Díaz-vaz, 1981). 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 fibras, diámetros celulares, ancho de pared celular u otras características. Especialmente ventajosa resulta la delimitación mediante el peso específico, ya que la toma de muestras es fácil, pudiéndose emplear tarugos de incremento. La determinación de esta característica es también expedita a nivel de anillos de crecimiento e igualmente a nivel intraincremental. (Díaz-vaz, Ojeda, 1980).

3. MATERIAL Y MÉTODO

3.1 Descripción área de estudio

Las muestras provenían del predio San Germán, perteneciente al Centro Experimental Forestal (CEFOR), dependiente de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Austral de Chile, ubicado en la XIV Región de Los Ríos, en la provincia y comuna de Valdivia, sector Cayumapu, a 15 km de la ciudad de Valdivia, a 39° 45' 13" de latitud sur y los 73° 10' 30" de longitud oeste.

3.2 Antecedentes de sitio de ensayo

El clima de la región corresponde a un clima mediterráneo húmedo, caracterizado por precipitaciones que alcanzan promedios anuales de 2.500 mm que fluctúan entre 1.800 y 3.100 mm, y donde el 75% se concentra entre los meses de abril y septiembre. (Di Castri, Hajek, 1976).

Según la clasificación climática de Koeppen el área se encuentra dentro del clima de costa occidental, donde se presentan precipitaciones durante todo el año existiendo un descenso de ellas en los meses estivales. La temperatura media anual es de 11,9° C siendo enero el mes más cálido con 17° C y julio el mes más frío con 7,7° C (Fuenzalida, 1965).

La topografía se caracteriza por la presencia de cerros y lomajes cortados por quebradas que en algunos casos poseen fuertes pendientes entre 30 y 50% que limitan la accesibilidad. Se sitúa dentro de la unidad de relieve denominada Cordillera de la Costa, que topográficamente es una cadena montañosa baja en alturas entre 100 y 280 m s.n.m.

Los suelos del predio pertenecen a la serie los Ulmos, la que se caracteriza por presentar suelos profundos, rojos arcillosos, originados a partir de cenizas volcánicas antiguas depositadas sobre el complejo metamórfico de la costa. Son suelos bien drenados, que se encuentran ubicados en la Cordillera de la Costa de textura superficial franco arcillosa y color pardo rojizo oscuro en matiz 5YR, y textura arcillosa y color rojo amarillento en el matiz 5YR en profundidad, bien estructurado. (IREN-CORFO-UACH, 1978).

3.3 Método de muestreo

Las muestras para desarrollar la investigación se obtuvieron de un ensayo de adaptabilidad de siete familias de medios hermanos de *L. decidua*, procedente de Alemania, el ensayo cubre una superficie de 0,2 ha y la densidad de plantación es de 879 árboles/ha, en él se utilizó un diseño de familias en hileras de 10 plantas, como se ve en la figura 1. Cada número representa un árbol de la familia que indica el número.

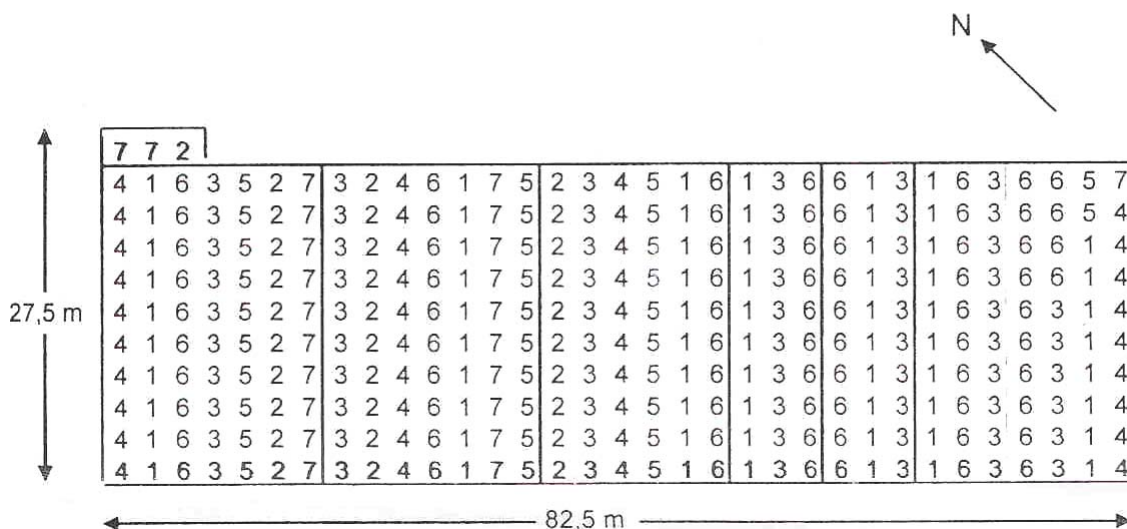


Figura 1. Distribución de árboles por familia dentro de la plantación.

Para poder analizar las diferencias en la variación de la densidad de médula a corteza, se seleccionó un total de siete árboles por familia, mediante un censo efectuado en el rodal correspondiente a la especie *Larix decidua*, y posteriormente de estos árboles se extrajeron rodela al DAP.

Luego se siguió con el siguiente procedimiento:

- Se trabajó con una rodela del fuste base (0,3 m de altura), esto debido a que a mayor altura hay menor proporción de madera madura.
- De cada rodela se extrajo un listón de médula a corteza, el ancho del listón es de 1 cm, se verificó que no presentaran madera de reacción y nudos, características que afectan la determinación de la densidad básica.
- El material se identificó por medio de tres números. El primero correspondió al rodal, el segundo a la familia, el tercero al número de árbol, ejemplo 5-3-2: rodal 5, familia 3, árbol 2.

- Luego de obtenidas las muestras de terreno, se procedió a descortezarlas manualmente.
- El listón se separó anillo por anillo, la madera más lejana a la médula presenta anillos más angostos, aquellos anillos se agruparon debido a lo dificultoso del corte.
- La orientación escogida para el listón fue la norte, si la madera presentaba nudos o madera de reacción se procedió a cambiar de orientación.
- En total se obtuvieron 49 listones en una sola altura, el árbol presentó una edad de 30 años, y la cantidad de muestras medidas ascendió a 1470.

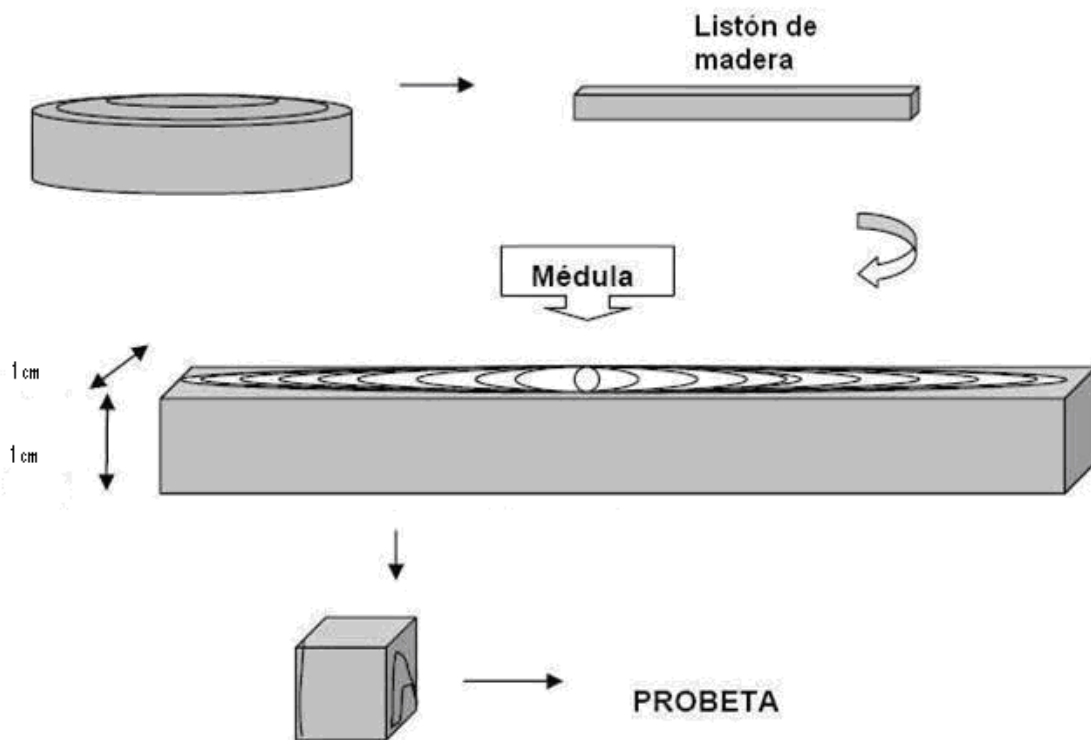


Figura 2. Obtención de probetas a partir de una rodela.

3.4 Procedimiento para obtención de densidad básica

Una vez obtenidas las muestras, se procedió a determinar el volumen saturado, por inmersión en agua (Norma chilena oficial 176/2, 1986), siendo este el método aplicable a probetas de forma irregular, superficies rugosas y/o de tamaño variable. Para el cálculo del volumen, se tuvo que sumergir las muestras en un recipiente con agua, luego éstos se colocaron en una cámara de vacío, de manera que sobrepase el punto de saturación de fibras, el que corresponde al volumen saturado, y posteriormente por medio del método de Arquímedes, se determinó el volumen de cada muestra.

Luego se determinó la masa anhidra, para lo cual las probetas fueron puestas en estufas a $103 \pm 2^{\circ}$ C. Las probetas se mantuvieron en esta condición hasta lograr un peso constante. Una vez obtenidas las muestras secas se procedió a pesarlas con una precisión de $\pm 0,001$ g.

Para la determinación de la densidad básica, se utilizó la relación masa y volumen, cálculo dado por la siguiente fórmula:

$$D_b = m_o / V_h$$

donde:

D_b = Densidad básica en g/cm^3

m_o = Peso anhidro en g.

V_h = Volumen saturado en cm^3

3.5 Diseño Experimental

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

El Análisis Cluster, también conocido como Análisis de Conglomerados, Taxonomía Numérica o Reconocimiento de Patrones, es una técnica estadística multivariante cuya finalidad es agrupar un conjunto de objetos en grupos de forma que los perfiles de los objetos en un mismo grupo sean muy similares entre sí (cohesión interna del grupo) y los de los objetos de clusters diferentes sean distintos, es decir, aislamiento externo del grupo (Figueras, 2001).

Este método 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

4.1 Determinación de la variabilidad de la densidad básica entre familias

Se presentan los resultados obtenidos de las mediciones efectuadas a la densidad básica del *Larix decidua*.

Las muestras fueron obtenidas mediante probetas provenientes a 0,3 metros de altura para un total de 7 familias. Los resultados de estos valores generales se resumen a continuación en el cuadro 1, indicándose, promedios, desviación estándar y valores mínimos y máximos.

Cuadro 1. Valores generales de densidad básica (corresponde a un total de 7 árboles por familia).

Densidad Básica g/cm ³								
Mediciones	Familia 1	Familia 2	Familia 3	Familia 4	Familia 5	Familia 6	Familia 7	Promedios Generales
Promedio	0,46	0,45	0,42	0,46	0,47	0,45	0,49	0,46
Máximo	0,62	0,55	0,53	0,59	0,57	0,58	0,57	0,57
Mínimo	0,35	0,33	0,34	0,34	0,36	0,35	0,39	0,35
Desv. Stand.	0,045	0,04	0,034	0,05	0,039	0,058	0,041	0,044

Como se puede ver en el cuadro 1, el promedio de densidad básica para el *Larix decidua*, es de 0,46 g/cm³. Siendo el valor más alto el de la familia 7 y el más bajo para la familia 3. Respecto a la bibliografía consultada (Geldres, 1988) este valor de la densidad básica está dentro del rango a un estudio realizado en Valdivia sobre esta especie que fluctuaba entre los 0,45-0,47 g/cm³ a los 11 años de edad, y muy cercano a otro estudio (Campos, 2006), en donde la densidad de esta especie fue de 0,47 g/cm³.

Los resultados indican que existen diferencias significativas entre familias, pero no entre todas. Las familias 1, 2 y 6 forman un grupo homogéneo, mientras que las familias 3 y 7 forman grupos en grupos individuales, en tanto para las familias 4 y 5 no presenta diferencias significativas con la familia 1, 2, 6 y 7. Estos resultados se resumen en el cuadro 2, donde se muestra el nivel que indica la familia, los números observados que hace referencia al número de árboles por familia, el promedio general de densidad, el LS sigma y los grupos homogéneos.

Cuadro 2. Comparaciones múltiples según método de Tukey con 95% de confianza, para el factor familia.

Nivel	Nº Observados	Promedio (g/cm ³)	LS Sigma	Grupos Homogéneos
Familia 3	7	0,42	0,00866166	A
Familia 6	7	0,45	0,00866166	B
Familia 2	7	0,45	0,00866166	B
Familia 1	7	0,46	0,00866166	B
Familia 4	7	0,46	0,00866166	BC
Familia 5	7	0,47	0,00866166	BC
Familia 7	7	0,49	0,00866166	C
Contraste			Diferencia	
FAM 1 - FAM 2			0,00714286	
FAM 1 - FAM 3			*0,04	
FAM 1 - FAM 4			-0,00142857	
FAM 1 - FAM 5			-0,0114286	
FAM 1 - FAM 6			0,01	
FAM 1 - FAM 7			*-0,0257143	
FAM 2 - FAM 3			*0,0328571	
FAM 2 - FAM 4			-0,00857143	
FAM 2 - FAM 5			-0,0185714	
FAM 2 - FAM 6			0,00285714	
FAM 2 - FAM 7			*-0,0328571	
FAM 3 - FAM 4			*-0,0414286	
FAM 3 - FAM 5			*-0,0514286	
FAM 3 - FAM 6			*-0,03	
FAM 3 - FAM 7			*-0,0657143	
FAM 4 - FAM 5			-0,01	
FAM 4 - FAM 6			0,0114286	
FAM 4 - FAM 7			-0,0242857	
FAM 5 - FAM 6			0,0214286	
FAM 5 - FAM 7			-0,0142857	
FAM 6 - FAM 7			*-0,0357143	
* indica diferencia significativa.				

A continuación se presenta una representación gráfica de los promedios de densidad por familia (figura 3). La familia 1 presentó diferencias significativas con las familias 3 y 7, pero no así con las familias 2, 4, 5 y 6. La familia 3 presentó diferencias significativas con todas las familias. Lo mismo ocurre con la familia 7 que presenta diferencias significativas con las familias 1, 2, 3, y 6.

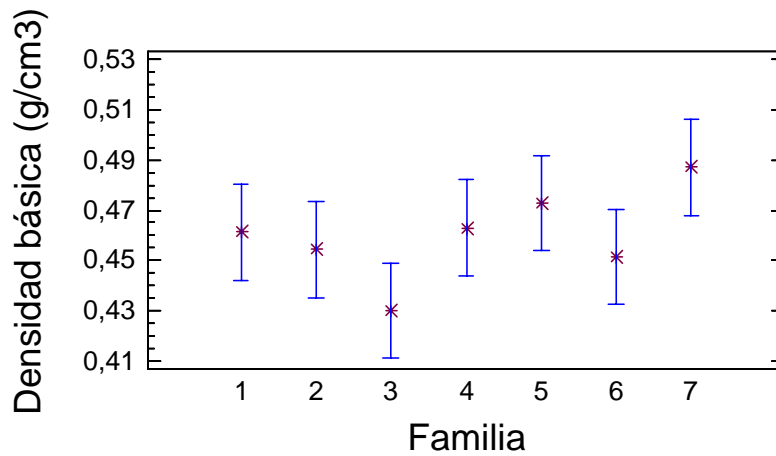


Figura 3. Promedios de densidad básica con intervalos de confianza al 95%.

En el cuadro anterior se muestra que existieron diferencias significativas entre familias, y también se analizaron las diferencias existentes entre los árboles de una misma familia para así comprender la variabilidad existente.

En todas las familias se encontraron diferencias significativas entre árboles, esto concuerda con lo indicado por Delmastro *et al*, (1981), que plantea que las variaciones de densidad entre árboles son amplias.

En la figura 4 se presentan los promedios de densidad por árboles dentro de la misma familia, por ejemplo en la familia 2 hace referencia a cinco valores de densidad ya que la densidad en el árbol 2 y 3 es exactamente la misma, lo mismo se puede explicar para las otras familias que no muestran los 7 árboles.

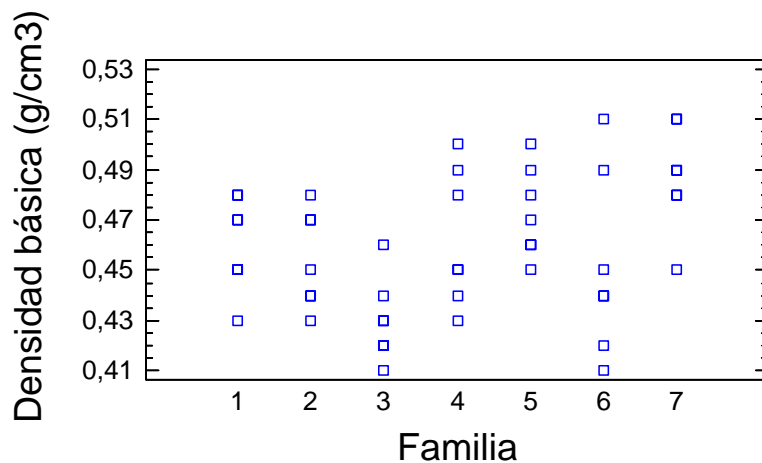


Figura 4. Densidad básica para los árboles de las siete familias.

La figura 5 muestra los promedios de densidad básica por anillo de cada familia, como se puede apreciar en esta figura, la familia 3 es la que presenta valores de densidad más bajos, en la familia 6 se puede ver variaciones bruscas de densidad, esto se puede deber a la presencia de madera de reacción que afectan los valores de la densidad, pero en general los valores que se presentan muestran valores más bajos de densidad en los primeros anillos y valores más altos en los anillos cercanos a la corteza, (ver anexo2), lo cual se ratifica con la bibliografía consultada que hace mención a que la madera en los primeros anillos es poco densa (Paul, 1960; Scott, 1961).

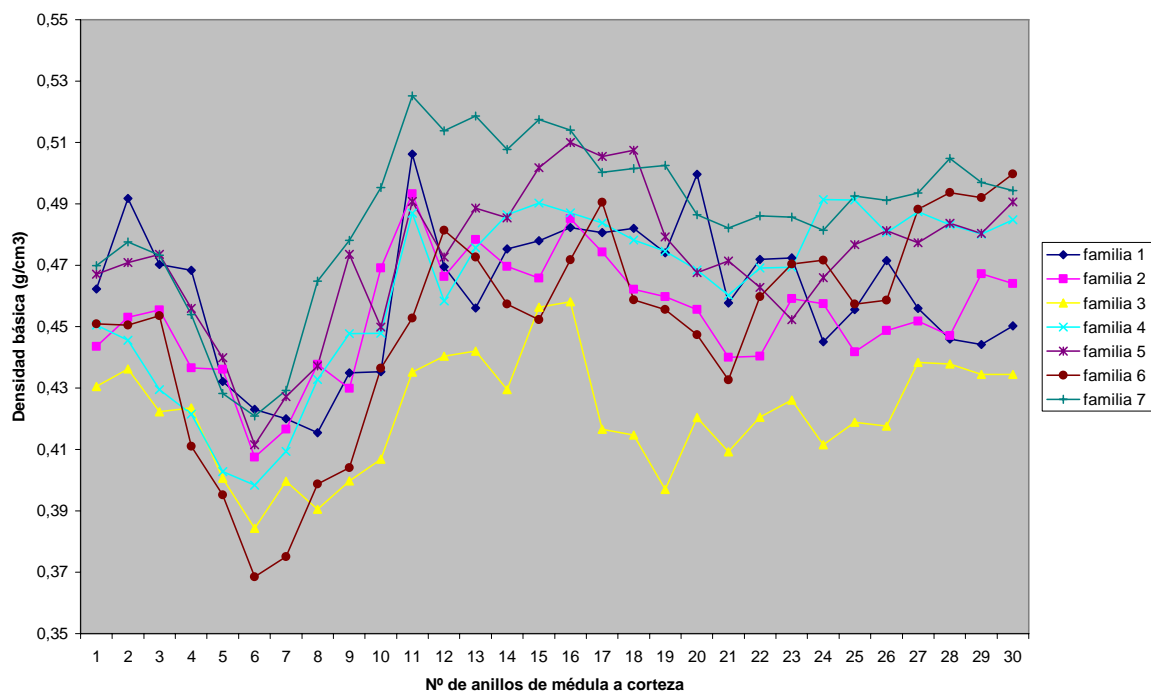


Figura 5. Variación de densidad básica de los distintos anillos en cada uno de las familias estudiadas.

4.2 Delimitación de madera juvenil según la densidad básica.

La delimitación entre madera juvenil y madura requirió mantener el orden de ubicación en el radio de cada uno de los valores de peso específico. Las variaciones de peso específico entre pares adyacentes de anillo fueron irregulares, como se aprecia en las curvas de peso específico de la Fig. N° 5. Por esto, el análisis de cluster agrupó pares no adyacentes con lo que se produjo ciertas distorsiones y se complicaron las interpretaciones de los dendrogramas. Para eliminar este problema, se utilizó la metodología indicada por Díaz-vaz, mediante la cual se modificaron los datos agregando a los valores un incremento constante de un décimo de la edad fisiológica que corresponde a cada anillo (Díaz-vaz, 1981). Los resultados del cluster basado en los datos modificados, permitió obtener dendrogramas fáciles de interpretar.

El análisis de Cluster considera en su primer paso a cada una de las variables con un grupo o Cluster. En un segundo paso, reúne a los dos Cluster más similares considerándolos en el paso siguiente con un solo Cluster, esto se repite hasta que todas las variables son reunidas en un solo grupo.

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

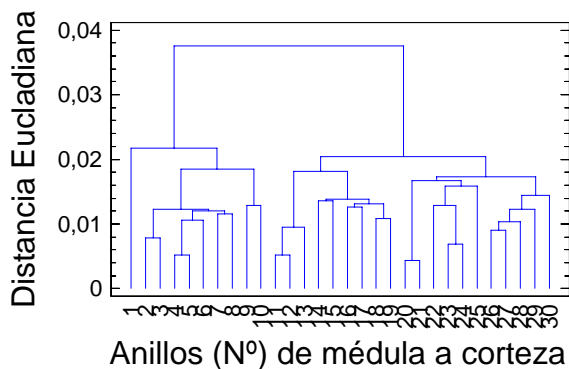


Figura 6. Delimitación de madera juvenil mediante análisis de Cluster, según densidad básica familia 1.

Como se puede observar en la figura 6, la unión de los anillos más similares 20 y 21 formó el primer Cluster, a esto se le incorporó como similar el anillo 30 formando un Cluster con los anillos 20, 21 y 30. Así continuó el procedimiento hasta que el total de anillos se reúnen en un Cluster, siendo el último en incorporarse el anillo 1, existiendo dos grandes grupos, uno que va desde el anillo 1 al 10 y el otro desde el 11 al 30, es decir, el cambio de madera juvenil a madura se encuentra entre el anillo 10 y 11, para la familia 1, el anillo que presentó el menor grado de similitud con el Cluster fue el anillo 1.

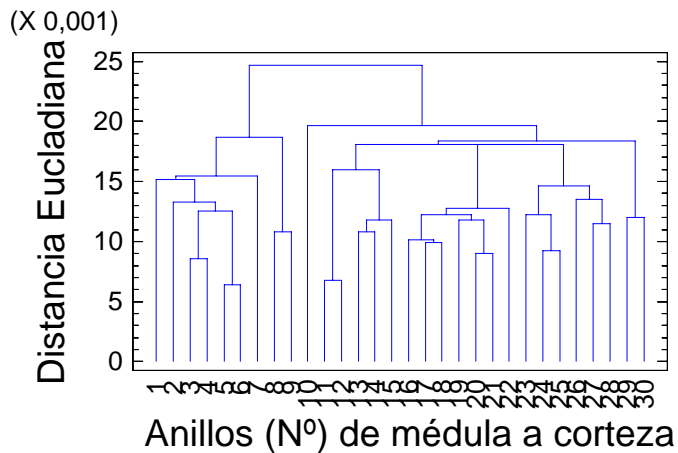


Figura 7. Delimitación de madera juvenil mediante análisis de Cluster, según densidad básica familia 2.

En el caso de la familia 2, figura 7, el primer Cluster formado es el perteneciente al anillo 5 y 6, a este se le une el anillo 1, así continuo el procedimiento hasta que el anillo 10 se reunió en un último Cluster con el resto de ellos, formándose dos grandes grupos, el primero que va desde el anillo 1 al 9, y el otro del anillo 10 al 30, en donde el cambio de madera juvenil a madura se encuentra entre el anillo 9 y 10, para la familia 2, el anillo que presento menor grado de similitud con el resto fue el anillo 10.

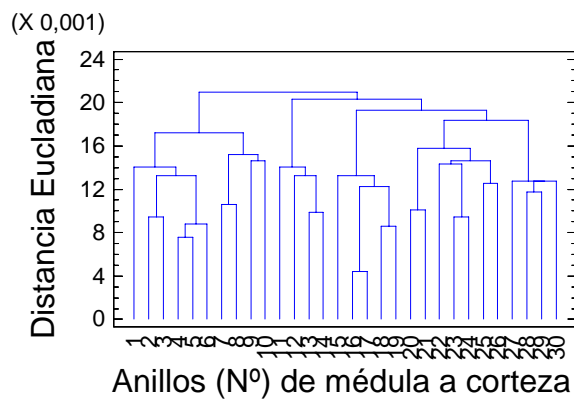


Figura 8. Delimitación de madera juvenil mediante análisis de Cluster, según densidad básica familia 3.

Para la familia 3, figura 8 el primer Cluster que se forma es el compuesto por el anillo 16 y 17, a este se le une el anillo 15 siguiendo el procedimiento hasta llegar al último anillo compuesto por el 11, creándose dos grandes grupos uno que va desde el anillo 1 al 10 y el otro del anillo 11 al 30, en donde el cambio de madera

juvenil a madura se localiza entre el anillo 10 y 11, para la familia 3, siendo el de menor similitud el anillo 11.

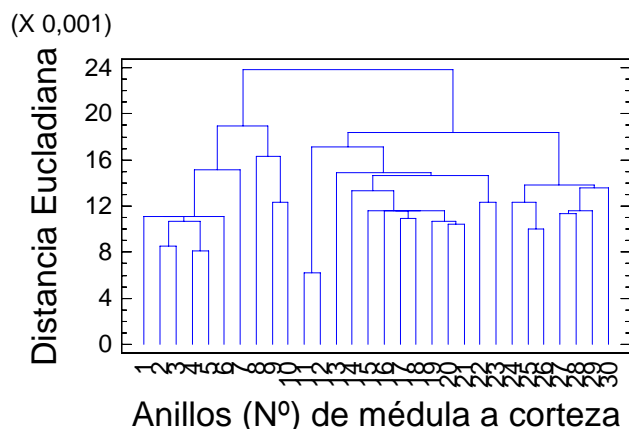


Figura 9. Delimitación de madera juvenil mediante análisis de Cluster, según densidad básica familia 4.

Como se puede observar en la figura 9, la unión de los anillos más similares 11 y 12 formó el primer Cluster, luego este se unió con los anillos pertenecientes a la fase del anillo 25 y 26. Así continuó el procedimiento hasta que el total de anillos se reúnen en un Cluster, existiendo dos grandes grupos, uno que va desde el anillo 1 al 10 y el otro desde el 11 al 30, es decir, el cambio de madera juvenil a madura se encuentra entre el anillo 10 y 11, para la familia 4, formándose 4 subgrupos siendo el de mayor similitud los formados entre los anillos 11 al 23.

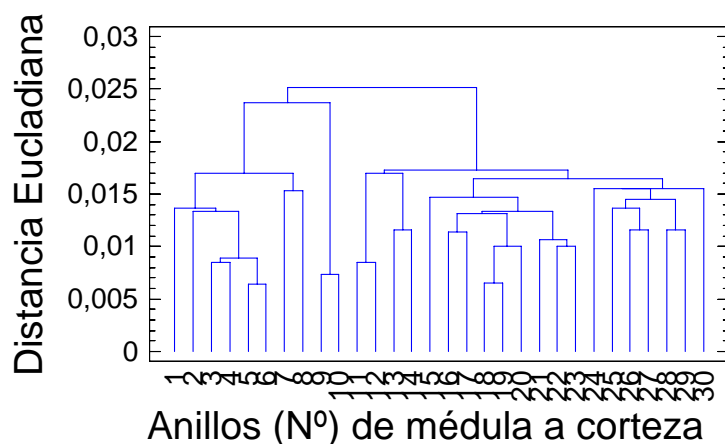


Figura 10. Delimitación de madera juvenil mediante análisis de Cluster, según densidad básica familia 5.

En la figura 10, familia 5 el primer Cluster que se forma son los conformados por el anillo 5 y 6, y así sigue el procedimiento hasta formar el último Cluster, en donde se crearon dos grandes grupos, el primero formado por los anillos 1 al 10 y el segundo conformado por los anillos 11 al 30, en donde el límite entre madera juvenil y madura se encuentra entre el anillo 10 y 11, para la familia 5.

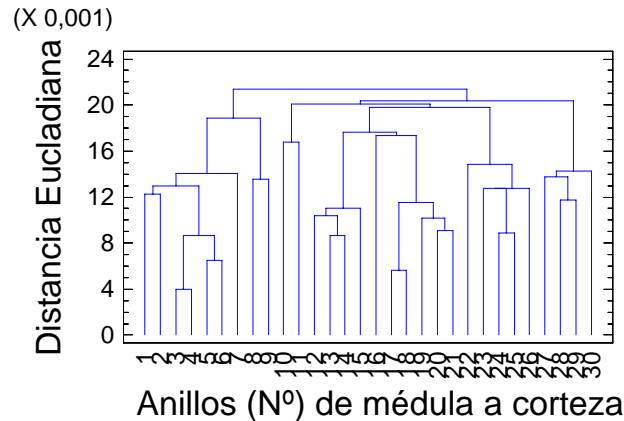


Figura 11. Delimitación de madera juvenil mediante análisis de Cluster, según densidad básica familia 6.

En la figura 11, familia 6 el primer Cluster en formarse pertenece a los anillos 3 y 4, y los últimos en incorporarse al Cluster son los formados por los anillos 10 y 11, donde existen dos grandes grupos, uno que va desde el anillo 1 al 9 y el otro del anillo 10 al 30, por tanto el límite se encuentra entre el anillo 9 y 10, para la familia 6.

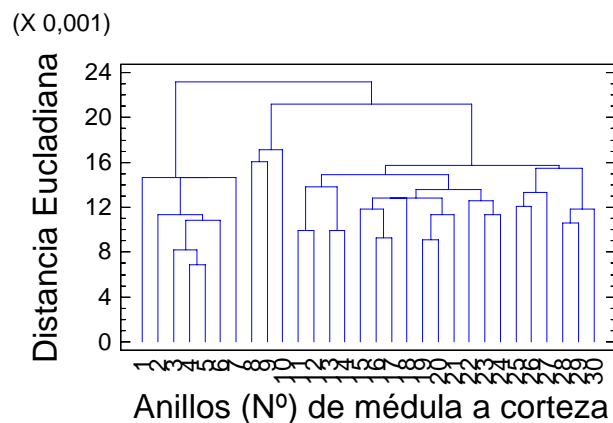


Figura 12. Delimitación de madera juvenil mediante análisis de Cluster, según densidad básica familia 7.

Por último para la familia 7, figura 12, el primer Cluster en formarse son el anillo 4 y 5 que presentan mayor porcentaje de similitud y el último en incorporarse al Cluster es el formado por el anillo 10, formándose dos grandes grupos uno que va desde el anillo 1 al 7 y el otro del anillo 8 al 30, en donde el límite de madera juvenil y madura se encuentra entre el anillo 7 y 8.

En 4 de las 7 familias se produjo un cambio de madera juvenil a madura entre el anillo 10 y 11, es decir en el 57,14% del total de familias, en tanto 2 de las 7 familias se produjo el cambio de madera entre el anillo 9 y 10, y por último en una familia se produjo el cambio de madera entre el anillo 7 y 8 estas diferencias en el cambio de una madera a otra se ratifica según bibliografía estudiada, en donde se plantea que el tiempo durante el cual cada árbol forma madera juvenil es significativamente diferente aún entre árboles de una misma especie (Díaz-vaz, 1990).

A continuación en el cuadro N° 3 se resume el cambio de madera juvenil a madura de todos los árboles por familia (ver anexo 3).

Cuadro 3. Cambio de madera juvenil a madura de todos los árboles por familia.

FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		FAMILIA 4		FAMILIA 5		FAMILIA 6		FAMILIA 7	
Nº de árbol	cambio de madera juvenil a madura	Nº de árbol	cambio de madera juvenil a madura	Nº de árbol	cambio de madera juvenil a madura	Nº de árbol	cambio de madera juvenil a madura	Nº de árbol	cambio de madera juvenil a madura	Nº de árbol	cambio de madera juvenil a madura	Nº de árbol	cambio de madera juvenil a madura
1	entre anillo 8 y 9	1	entre anillo 9 y 10	1	entre anillo 9 y 10	1	entre anillo 7 y 8	1	entre anillo 7 y 8	1	entre anillo 7 y 8	1	entre anillo 7 y 8
2	entre anillo 10 y 11	2	entre anillo 7 y 8	2	entre anillo 9 y 10	2	entre anillo 10 y 11	2	entre anillo 10 y 11	2	entre anillo 9 y 10	2	entre anillo 9 y 10
3	entre anillo 10 y 11	3	entre anillo 12 y 13	3	entre anillo 10 y 11	3	entre anillo 10 y 11	3	entre anillo 10 y 11	3	entre anillo 9 y 10	3	entre anillo 8 y 9
4	entre anillo 10 y 11	4	entre anillo 10 y 11	4	entre anillo 14 y 15	4	entre anillo 8 y 9	4	entre anillo 7 y 8	4	entre anillo 12 y 13	4	entre anillo 10 y 11
5	entre anillo 10 y 11	5	entre anillo 9 y 10	5	entre anillo 11 y 12	5	entre anillo 7 y 8	5	entre anillo 8 y 9	5	entre anillo 8 y 9	5	entre anillo 8 y 9
6	entre anillo 10 y 11	6	entre anillo 8 y 9	6	entre anillo 8 y 9	6	entre anillo 10 y 11	6	entre anillo 8 y 9	6	entre anillo 10 y 11	6	entre anillo 12 y 13
7	entre anillo 13 y 14	7	entre anillo 10 y 11	7	entre anillo 10 y 11	7	entre anillo 10 y 11	7	entre anillo 6 y 7	7	entre anillo 11 y 12	7	entre anillo 10 y 11

En el cuadro anterior se muestra el cambio de madera juvenil a madura por familia, en la familia 1, árbol 1 el límite de madera juvenil a madura se encuentra entre el anillo 8 y 9, en tanto para los árboles 2 al 6, este cambio entre una madera a otra se encuentra entre los anillos 10 y 11, por último para el árbol 7 el cambio de madera juvenil a madura ocurre entre el anillo 13 y 14, también se muestran los árboles de la familia 2, 3, 4, 5, 6 y 7, pero con distintos comportamientos en el límite de madera juvenil a madura, donde se aprecia que incluso para árboles de la misma familia el tiempo en que forman madera juvenil es significativamente diferente, siendo el más común el cambio de madera juvenil a madura entre el anillo 10 y 11.

Ahora si se realiza un análisis de Cluster con el promedio de familias, se puede observar en la figura 13 que el primer Cluster que se forma es entre el anillo 4 y 5, hasta llegar al anillo 8 que es el último en incorporarse, formándose dos grandes grupos, siendo el primer grupo los anillos del 1 al 10, y el segundo grupo los anillos 11 al 30, donde el cambio de madera juvenil a madura se encuentra entre el anillo 10 y 11, siendo el de menor similitud el anillo 8.

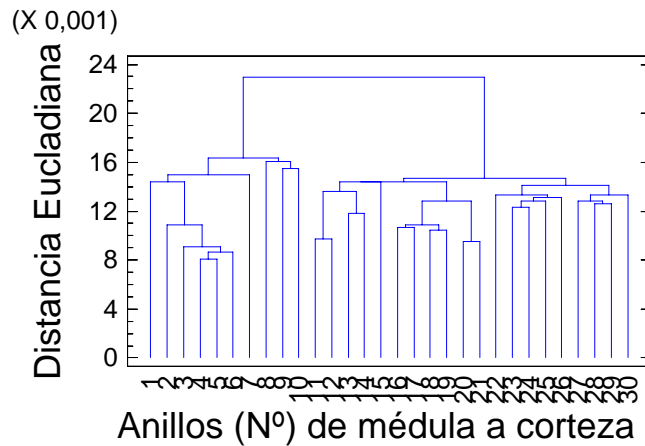


Figura 13. Delimitación de madera juvenil mediante análisis de Cluster, según densidad básica.

Si se compara este resultado con respecto a otros estudios de coníferas, encontramos que para el caso del *Pinus radiata* el límite de madera juvenil a madura variaba entre el anillo 6 y 7 a los 16 años de edad (Rivas, 1982). En tanto otro estudio realizado al *Pinus taeda*, el cambio de madera juvenil a madura se encontraba entre el anillo 9 y 10 a los 27 años de edad (Nahuelpan, 2007), resultados muy cercanos a los realizados en este estudio.

Respecto al método utilizado 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.

5. Conclusiones

De los resultados obtenidos se concluye que en *Larix decidua* crecido en Valdivia tiene un promedio de densidad básica de $0,46 \text{ g/cm}^3$ para las siete familias estudiadas, siendo el valor más alto para la familia 7 con $0,49 \text{ g/cm}^3$ y el más bajo para la familia 3 con $0,42 \text{ g/cm}^3$, este promedio de densidad está dentro del rango con un estudio de densidad realizado a esta especie que fluctuaba entre los $0,45\text{-}0,47 \text{ g/cm}^3$ (Geldres, 1988) y a los obtenidos por Campos (2006) en el cual obtuvo un valor de $0,47 \text{ g/cm}^3$.

En este estudio se encontraron diferencias significativas de densidad básica entre familias, las cuales la familia 1, 2, y 6 formaron un grupo homogéneo, y la familia 3 y 7 grupos en grupos individuales, mientras que las familias 4 y 5 no presentaron diferencias con las familias 1, 2, 6 y 7, perteneciendo a estos dos grupos, es decir se formaron tres grupos, también se presentaron diferencias significativas entre árboles de la misma familia, según bibliografía estudiada se plantea que las variaciones de densidad entre árboles son amplias (Delmastro *et al*, 1981), es decir, esto se cumplió en el estudio.

Los valores de densidad básica estudiados mostraron que en los primeros anillos donde se encuentra la zona denominada madera juvenil es menos densa con respecto a la madera más cercana a la corteza denominado zona de madera madura, la cual coincide con bibliografía consultada que hace referencia a que la madera en los primeros anillos es menos densa (Scout, 1961; Paul, 1960).

Respecto a la delimitación de madera juvenil a madera madura, cuatro de las siete familias correspondientes a la familia 1, 3, 4, y 5 el cambio se hallaba entre el anillo 10 y 11, mientras que la familia 2 y 6, el cambio de una madera a otra se encontraba entre el anillo 9 y 10, y por último la familia 7 que encontraba su límite entre el anillo 7 y 8 estas diferencias pueden ser explicadas por el tiempo durante el cual cada árbol forma madera juvenil el cual es significativamente diferente aún entre árboles de una misma especie (Diaz-vaz, 1990). Al realizar un análisis de cluster con el promedio de densidad básica de las siete familias se observó que el cambio de madera juvenil a madura se encuentra entre el anillo 10 y 11, Este estudio se encuentra muy próximo a los resultados obtenidos a otras especies de coníferas en donde para el caso del *Pinus radiata*, el cambio de madera juvenil a madura se localizaba entre el anillo 8 y 9 (Rivas, 1982). En tanto otro estudio realizado al *Pinus Taeda*, el cambio de una madera a otra se encontraba entre el anillo 9 y 10 (Nahuelpan, 2007).

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

6. Bibliografía

Adlard, P.G.; Bailey, C.G., Austin, S., 1969. Wood density variation in plantation grown *Pinus patula*, from the Viphya Plateau, Molawi. Occasional Paper, grown Commonwealth. Forestry Institute. University of Oxford. N° 5, 15 p.

Aekerkecht, C. 1972. Ensayo sobre siembra directa de ocho especies forestales en la zona de Coyhaique, Aysén. Tesis Ingeniero Forestal. 156 p.

Burdon, R.D.; Harris, J.M. 1976. Preliminary Study of Tracheid Length in Provenances of *Pinus radiata*, New Zeland Forest Service, Forest Research Institute, Genetics and Tree Improvement Report N° 108, 18 pp.

CAMCORE. 2000. Conservation & Testing of Tropical & Subtropical Forest tree species by the CAMCORE cooperative. 234 p.

Campos, E. 2006. Variación de la densidad básica de la madera, en siete familias de *Larix decidua* Miller. Tesis Ingeniero Forestal Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. pp 1-12.

Carnevale, J. 1955. Árboles Forestales; Descripción, cultivo, utilización. 3ª ed. Buenos Aires, HCHETTE S.A. 689 p.

Carter, J. 1983. Caracterización tecnológica del Pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco) creciendo en la X región. Tesis Ingeniero Forestal Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. pp 3-13.

Daniel, T.; Helms, V.; Baker, F. 1982. Principios de la silvicultura. Segunda edición Mc Grw Hill. 492 p.

Delmastro, R., Diaz-vaz, J.E., Schlatter, J.E., 1979. Variabilidad de las Características Tecnológicas Hereditarias del *Pinus radiata* (D.Don): Fase 1, Revisión Bibliográfica, Informe Convenio N° 2, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. 156 p.

Delmastro R.; Diaz-vaz J.E.; 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.E.; 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.

Diaz-vaz, J.E., Ojeda, F., 1980. Densidad Intraincremental de *Pseudotsuga Menziesii*, 1: Variaciones en un Análisis Fustal. Bosque, Chile. 3(2): 86-95.

Díaz-vaz, J.E. 1981. Delimitación de madera temprana-tardía y juvenil-madura en Pino oregón. Bosque, Chile. 4(1): 55-58.

Díaz-vaz, J.E. 1990. Variabilidad de Características Tecnológicas de Madera de Rodales pertenecientes a Forestal Valdivia S.A., Universidad Austral, Facultad de Ciencias Forestales, 17 p.

Díaz-vaz, J.E. 1995. Características físicas de las maderas de Pino oregón y Pino ponderosa. INFOR. 17 p.

Díaz-vaz, J.E. 2003. Anatomía de maderas. Universidad Austral. Valdivia. Chile. 117-118 p.

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

Dimwoodie, J.M. 2000. Tirber: Its nature and behaviour. Second edition 257 p.

Einspahr, A. 1969. Método empírico para estimar la densidad básica en muestras pequeñas de madera. INTERNET: <http://www.ecologia.edu.mx/publicaciones/resumenes/3.1/pdf/Valencia%20y%20Vargas%201997.PDF> consultado en Abril 30, 2007.

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. 1996. Madera de coníferas - Anatomía de géneros. España. Fundación Conde del Valle de Salazar. 118 p.

Figueras, M. 2001. Análisis de Conglomerados. INTERNET: <http://ciberconta.unizar.es/LECCION/cluster/inicio.html>, consultado en junio 20, 2007.

Fuenzalida, H. 1965. Clima en Geografía Económica de Chile. Texto refundido. Corporación de fomento de la producción. Santiago (Chile). Pp. 228-267.

García, E.; Guindeo, A.; Palacios, P. 1996. Madera de coníferas. Anatomía de géneros. Fundación Conde del Valle de Salazar. pp. 118-123.

Geldres, E. 1988. Pulpas Kraft de *Larix decidua*, creciendo en Valdivia. Tesis Ingeniero Forestal Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. pp. 31-61.

Gilmore, R.C.; Pearson, R.G., 1971. Characteritaton of the strength of Juvenile Wood of Lobloly Pine (*Pinus taeda*) For. Prod. J. pp 23-31.

Godoy, M. 2002. Especies forestales alternativas. INTERNET: <http://ciefab.org.ar/patagoniaforestal/> 3-2002/FichaTécnica. Consultado en mayo 26, 2007.

Greenhill, A. 1984. Variación del peso específico en árboles Plus de *Pinus radiata* D. Don. Tesis de Ingeniero Forestal, Valdivia, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 76 p.

Haygreen, J; Bowyer, J. 1982. Forest products and wood science. An introduction. The Iowa State University. Press/Aness. 495 p.

Hiett, R.K., Beers, W.L., and Zachariassen, K.A. 1960. Relationships Between Wood Density and Pulp Properties. Tappi. pp 69 – 73.

Instituto Nacional de Normalización (INN). 1986. Nch 176/2. Madera-parte 2: determinación de la densidad. INN. Santiago (Chile). 11 p.

IREN-CORFO-UACH. 1978. Estudio de suelos de la provincia de Valdivia. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. 178 p.

Jayawickrama, K. 1992. Variaciones de las densidades de la madera de *Pinus radiata*, con énfasis a la producción de pulpa y papel.

Kininmonth, J.; Whitehouse, L. 1991. Properties and uses of New Zealand Radiata Pine. Volume One – Wood Properties. New Zealand Ministry of Forestry, Forest Research Institute. Rotorua, New Zealand. 216 p.

Lüders, C. 1999. Efecto de la tasa de crecimiento sobre la densidad de Encino de los pantanos (*Quercus palustris Muenchh*) creciendo en Chile. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Austral de Chile. 40 p.

Morales, R. 1998. Introducción de especies forestales al territorio de Aysén, Chile. Cuba. Disponible en: INTERNET: <http://www.infor.cl/webinfor/F-lemu/1998-sep/publsep9.htm>. Consultado: Mayo 5, 2007.

Nahuelpan, C. 2007. Determinación del límite de madera juvenil y madura en *Pinus taeda* L. Tesis Ingeniero en Maderas Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 24-35 p.

Paul, B.H., 1960. The Juvenile Core in Conifers. TAPPI. 43 p.

Pérez, V.; Cabrera, J. 1987. Incidencia de la edad del árbol sobre las propiedades físicas y mecánicas de Pino radiata. Chile Forestal. Artículo técnico: 26-28.

Prado, J.; Barros, S. 1989. Eucaliptos: Principios de Silvicultura y Manejo. INFOR-CORFO. Santiago (Chile). 200 p.

Rivas, C. 1982. Determinación de madera juvenil en *Pinus Radiata*. Tesis Ingeniero Forestal Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. pp 3-11.

Scott, C.W., 1961. Pino Insigne (*Pinus radiata*, D. Don). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO Roma. 340 p.

Shütt, P.; H. Schuck.; B. Stimm. 2002. Lexikon der Baum – und Straucharten. Das Standardwerke der Forstbotanik. Nikol Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG Hamburg. 581 p.

Zobel, B.J., and Mc Elwee, R.L., 1958. Natural Variation in wood specific gravity of loblolly Pine, and an Analysis of Contributing Factors. Tappi, 41 (4): 158-161.

Zobel, B.J.; Carles, W., and Henon, F., 1959. Core or Juvenile Wood of Loblolly and Slash Pine Trees. TAPPI. 42 p.

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

ANEXOS

ANEXO 1
Abstract.

ABSTRACT

The overall goal of the study was to determinate the limit of the juvenile wood according to the density of the wood in seven families of *Larix decidua* that belong to a adaptability test of half brother families aged 30.

Seven trees for every one of the seven families were used, from each tree a section was obtained, which were converted into a strip of wood with north orientation, if there were any knots or reaction wood the orientation of the strip would be changed, every strip of wood was then cut ring by ring after the late wood, the rings that were closest to the bark the rings were grouped because of the size of these. Then, once the samples were obtained, the volume would be measured through the Archimedes method, after that there was a determination of the anhydride mass to get the basic density of the wood, which is the relationship between anhydride mass and saturated volume.

The average density obtained in the study was 0,46 g/cm³ with significant differences between families, the families 1,2 and 6 formed a homogenous group while the families 3 and 7 formed individual groups, whereas for families 4 and 5 there were no differences to the families 1,2,6 and 7. It was also found significant differences between trees in the same family.

The analysis of the values obtained for delineating juvenile and mature wood was done by the Cluster analysis method, where the change of youth to mature wood was between the rings 10 and 11, there were also delimitations of juvenile wood per family and per wood.

Keywords: Basic density, cluster analysis

ANEXO 2
Estadística descriptiva.

Tabla resumen densidad básica (g/cm³).

FAMILIA 1											
Nº de anillo	densidad							Promedio	Desv est	Máximo	Mínimo
	árbol 1	árbol 2	árbol 3	árbol 4	árbol 5	árbol 6	árbol 7				
1	0,48	0,48	0,52	0,44	0,46	0,45	0,40	0,46	0,037	0,52	0,40
2	0,49	0,48	0,52	0,49	0,46	0,51	0,48	0,49	0,020	0,52	0,46
3	0,49	0,47	0,48	0,41	0,50	0,51	0,43	0,47	0,037	0,51	0,41
4	0,45	0,40	0,48	0,38	0,53	0,52	0,51	0,47	0,058	0,53	0,38
5	0,38	0,40	0,42	0,38	0,43	0,47	0,54	0,43	0,058	0,54	0,38
6	0,35	0,39	0,42	0,38	0,39	0,47	0,56	0,42	0,070	0,56	0,35
7	0,38	0,40	0,44	0,37	0,42	0,44	0,49	0,42	0,040	0,49	0,37
8	0,40	0,44	0,44	0,38	0,38	0,46	0,41	0,42	0,030	0,46	0,38
9	0,47	0,41	0,48	0,39	0,41	0,47	0,42	0,43	0,034	0,48	0,39
10	0,40	0,46	0,46	0,40	0,41	0,50	0,42	0,44	0,037	0,50	0,40
11	0,45	0,53	0,54	0,46	0,46	0,62	0,49	0,51	0,061	0,62	0,45
12	0,42	0,53	0,50	0,43	0,43	0,50	0,48	0,47	0,045	0,53	0,42
13	0,42	0,49	0,48	0,41	0,45	0,50	0,45	0,46	0,034	0,50	0,41
14	0,44	0,46	0,50	0,46	0,46	0,47	0,54	0,48	0,034	0,54	0,44
15	0,41	0,47	0,52	0,47	0,49	0,49	0,51	0,48	0,036	0,52	0,41
16	0,45	0,52	0,47	0,50	0,47	0,49	0,48	0,48	0,024	0,52	0,45
17	0,50	0,49	0,49	0,50	0,45	0,48	0,46	0,48	0,022	0,50	0,45
18	0,48	0,48	0,52	0,47	0,45	0,48	0,50	0,48	0,021	0,52	0,45
19	0,51	0,45	0,47	0,48	0,49	0,48	0,44	0,47	0,023	0,51	0,44
20	0,56	0,49	0,48	0,47	0,49	0,50	0,51	0,50	0,031	0,56	0,47
21	0,53	0,41	0,44	0,44	0,45	0,46	0,47	0,46	0,036	0,53	0,41
22	0,56	0,43	0,45	0,44	0,45	0,51	0,47	0,47	0,046	0,56	0,43
23	0,48	0,48	0,46	0,41	0,43	0,51	0,54	0,47	0,043	0,54	0,41
24	0,48	0,43	0,46	0,41	0,43	0,43	0,47	0,45	0,025	0,48	0,41
25	0,51	0,43	0,50	0,41	0,47	0,42	0,45	0,46	0,040	0,51	0,41
26	0,51	0,43	0,55	0,41	0,47	0,47	0,45	0,47	0,049	0,55	0,41
27	0,55	0,43	0,50	0,41	0,42	0,43	0,46	0,46	0,050	0,55	0,41
28	0,55	0,42	0,48	0,41	0,42	0,38	0,47	0,45	0,056	0,55	0,38
29	0,50	0,43	0,48	0,41	0,42	0,40	0,47	0,44	0,039	0,50	0,40
30	0,50	0,43	0,48	0,40	0,42	0,42	0,50	0,45	0,043	0,50	0,40

Cuadro 4. Valores generales de densidad básica familia 1.

Tabla resumen densidad básica (g/cm³).

FAMILIA 2											
Nº de anillo	densidad							Promedio	Desv est	Máximo	Mínimo
	árbol 1	árbol 2	árbol 3	árbol 4	árbol 5	árbol 6	árbol 7				
1	0,50	0,50	0,45	0,42	0,33	0,45	0,45	0,44	0,056	0,50	0,33
2	0,50	0,50	0,39	0,46	0,42	0,45	0,45	0,45	0,039	0,50	0,39
3	0,51	0,49	0,42	0,45	0,42	0,43	0,45	0,46	0,034	0,51	0,42
4	0,45	0,46	0,40	0,46	0,44	0,43	0,42	0,44	0,023	0,46	0,40
5	0,44	0,47	0,44	0,49	0,43	0,41	0,38	0,44	0,034	0,49	0,38
6	0,43	0,42	0,41	0,43	0,38	0,41	0,37	0,41	0,022	0,43	0,37
7	0,43	0,39	0,43	0,44	0,38	0,43	0,41	0,42	0,024	0,44	0,38
8	0,48	0,47	0,47	0,45	0,42	0,40	0,38	0,44	0,038	0,48	0,38
9	0,46	0,42	0,44	0,41	0,39	0,49	0,39	0,43	0,038	0,49	0,39
10	0,54	0,48	0,47	0,43	0,49	0,48	0,39	0,47	0,047	0,54	0,39
11	0,51	0,46	0,48	0,53	0,48	0,53	0,47	0,49	0,027	0,53	0,46
12	0,52	0,49	0,41	0,47	0,47	0,50	0,40	0,47	0,045	0,52	0,40
13	0,53	0,48	0,49	0,49	0,45	0,51	0,40	0,48	0,045	0,53	0,40
14	0,50	0,50	0,46	0,44	0,46	0,53	0,40	0,47	0,044	0,53	0,40
15	0,51	0,48	0,43	0,43	0,46	0,54	0,41	0,47	0,049	0,54	0,41
16	0,51	0,51	0,47	0,48	0,48	0,50	0,44	0,49	0,025	0,51	0,44
17	0,52	0,48	0,44	0,46	0,49	0,48	0,44	0,47	0,028	0,52	0,44
18	0,51	0,45	0,46	0,49	0,42	0,48	0,44	0,46	0,031	0,51	0,42
19	0,47	0,50	0,47	0,41	0,40	0,55	0,42	0,46	0,055	0,55	0,40
20	0,43	0,45	0,41	0,46	0,44	0,55	0,45	0,46	0,044	0,55	0,41
21	0,43	0,45	0,40	0,44	0,43	0,46	0,47	0,44	0,021	0,47	0,40
22	0,43	0,45	0,40	0,45	0,43	0,46	0,46	0,44	0,022	0,46	0,40
23	0,44	0,44	0,40	0,48	0,41	0,54	0,52	0,46	0,053	0,54	0,40
24	0,44	0,44	0,42	0,45	0,42	0,54	0,50	0,46	0,045	0,54	0,42
25	0,42	0,44	0,42	0,45	0,42	0,50	0,44	0,44	0,030	0,50	0,42
26	0,42	0,44	0,48	0,44	0,42	0,48	0,45	0,45	0,027	0,48	0,42
27	0,40	0,46	0,44	0,44	0,43	0,48	0,50	0,45	0,033	0,50	0,40
28	0,40	0,46	0,43	0,44	0,47	0,47	0,46	0,45	0,024	0,47	0,40
29	0,44	0,53	0,42	0,44	0,47	0,50	0,47	0,47	0,039	0,53	0,42
30	0,44	0,53	0,42	0,45	0,43	0,50	0,47	0,46	0,040	0,53	0,42

Cuadro 5. Valores generales de densidad básica familia 2.

Tabla resumen densidad básica (g/cm³).

FAMILIA 3											
Nº de anillo	densidad							Promedio	Desv est	Máximo	Mínimo
	árbol 1	árbol 2	árbol 3	árbol 4	árbol 5	árbol 6	árbol 7				
1	0,45	0,43	0,35	0,45	0,45	0,43	0,44	0,43	0,036	0,45	0,35
2	0,45	0,39	0,39	0,45	0,45	0,47	0,44	0,44	0,033	0,47	0,39
3	0,43	0,40	0,38	0,42	0,45	0,45	0,42	0,42	0,026	0,45	0,38
4	0,44	0,43	0,37	0,47	0,45	0,38	0,43	0,42	0,035	0,47	0,37
5	0,41	0,38	0,41	0,43	0,38	0,41	0,38	0,40	0,021	0,43	0,38
6	0,42	0,34	0,43	0,37	0,37	0,40	0,36	0,38	0,034	0,43	0,34
7	0,42	0,37	0,44	0,39	0,38	0,41	0,40	0,40	0,026	0,44	0,37
8	0,44	0,37	0,44	0,36	0,38	0,38	0,37	0,39	0,035	0,44	0,36
9	0,40	0,40	0,37	0,37	0,39	0,49	0,38	0,40	0,040	0,49	0,37
10	0,46	0,46	0,37	0,38	0,40	0,42	0,36	0,41	0,042	0,46	0,36
11	0,44	0,48	0,44	0,45	0,40	0,40	0,43	0,44	0,027	0,48	0,40
12	0,46	0,50	0,38	0,46	0,50	0,42	0,36	0,44	0,055	0,50	0,36
13	0,48	0,49	0,40	0,47	0,40	0,48	0,37	0,44	0,052	0,49	0,37
14	0,45	0,47	0,37	0,40	0,43	0,46	0,43	0,43	0,037	0,47	0,37
15	0,44	0,46	0,41	0,53	0,40	0,50	0,45	0,46	0,046	0,53	0,40
16	0,49	0,48	0,42	0,48	0,41	0,45	0,47	0,46	0,033	0,49	0,41
17	0,45	0,42	0,38	0,38	0,45	0,41	0,41	0,42	0,027	0,45	0,38
18	0,43	0,47	0,39	0,36	0,45	0,40	0,41	0,41	0,037	0,47	0,36
19	0,40	0,43	0,36	0,38	0,40	0,40	0,42	0,40	0,024	0,43	0,36
20	0,44	0,47	0,38	0,38	0,40	0,45	0,42	0,42	0,035	0,47	0,38
21	0,43	0,41	0,38	0,39	0,40	0,45	0,40	0,41	0,023	0,45	0,38
22	0,47	0,40	0,38	0,39	0,45	0,45	0,40	0,42	0,034	0,47	0,38
23	0,43	0,40	0,42	0,40	0,45	0,45	0,43	0,43	0,019	0,45	0,40
24	0,43	0,44	0,38	0,40	0,39	0,41	0,43	0,41	0,024	0,44	0,38
25	0,41	0,44	0,42	0,43	0,41	0,41	0,41	0,42	0,014	0,44	0,41
26	0,41	0,44	0,42	0,43	0,40	0,42	0,41	0,42	0,015	0,44	0,40
27	0,44	0,47	0,43	0,45	0,41	0,42	0,44	0,44	0,022	0,47	0,41
28	0,44	0,42	0,44	0,45	0,42	0,44	0,44	0,44	0,012	0,45	0,42
29	0,44	0,44	0,44	0,42	0,42	0,44	0,44	0,43	0,009	0,44	0,42
30	0,44	0,44	0,44	0,42	0,42	0,44	0,44	0,43	0,009	0,44	0,42

Cuadro 6. Valores generales de densidad básica familia 3.

Tabla resumen densidad básica (g/cm³).

FAMILIA 4											
Nº de anillo	densidad							Promedio	Desv est	Máximo	Mínimo
	árbol 1	árbol 2	árbol 3	árbol 4	árbol 5	árbol 6	árbol 7				
1	0,42	0,48	0,45	0,47	0,46	0,39	0,48	0,45	0,032	0,48	0,39
2	0,42	0,48	0,45	0,41	0,46	0,44	0,45	0,45	0,022	0,48	0,41
3	0,43	0,46	0,38	0,37	0,45	0,47	0,45	0,43	0,040	0,47	0,37
4	0,38	0,42	0,43	0,42	0,40	0,48	0,42	0,42	0,032	0,48	0,38
5	0,35	0,42	0,41	0,42	0,42	0,42	0,37	0,40	0,028	0,42	0,35
6	0,34	0,37	0,39	0,41	0,41	0,44	0,42	0,40	0,032	0,44	0,34
7	0,39	0,37	0,43	0,42	0,35	0,48	0,43	0,41	0,043	0,48	0,35
8	0,46	0,47	0,43	0,38	0,48	0,40	0,41	0,43	0,039	0,48	0,38
9	0,46	0,47	0,45	0,47	0,44	0,46	0,40	0,45	0,023	0,47	0,40
10	0,51	0,46	0,40	0,41	0,55	0,45	0,36	0,45	0,066	0,55	0,36
11	0,49	0,58	0,49	0,48	0,46	0,52	0,40	0,49	0,055	0,58	0,40
12	0,52	0,45	0,43	0,42	0,44	0,55	0,39	0,46	0,057	0,55	0,39
13	0,47	0,52	0,44	0,46	0,49	0,56	0,38	0,48	0,059	0,56	0,38
14	0,51	0,53	0,52	0,45	0,50	0,49	0,40	0,49	0,045	0,53	0,40
15	0,48	0,47	0,53	0,49	0,49	0,53	0,44	0,49	0,033	0,53	0,44
16	0,49	0,53	0,50	0,47	0,43	0,55	0,44	0,49	0,044	0,55	0,43
17	0,49	0,50	0,50	0,42	0,47	0,56	0,44	0,48	0,046	0,56	0,42
18	0,52	0,49	0,50	0,43	0,42	0,55	0,43	0,48	0,052	0,55	0,42
19	0,47	0,53	0,43	0,42	0,42	0,57	0,47	0,47	0,056	0,57	0,42
20	0,52	0,59	0,43	0,42	0,43	0,45	0,42	0,47	0,063	0,59	0,42
21	0,49	0,54	0,43	0,42	0,43	0,49	0,42	0,46	0,045	0,54	0,42
22	0,49	0,54	0,43	0,43	0,43	0,54	0,42	0,47	0,054	0,54	0,42
23	0,53	0,48	0,43	0,43	0,47	0,49	0,46	0,47	0,036	0,53	0,43
24	0,53	0,54	0,47	0,46	0,47	0,48	0,49	0,49	0,032	0,54	0,46
25	0,54	0,54	0,47	0,46	0,42	0,51	0,49	0,49	0,044	0,54	0,42
26	0,54	0,54	0,43	0,49	0,42	0,45	0,49	0,48	0,049	0,54	0,42
27	0,54	0,54	0,43	0,49	0,42	0,50	0,49	0,49	0,047	0,54	0,42
28	0,50	0,57	0,46	0,50	0,42	0,50	0,44	0,48	0,050	0,57	0,42
29	0,53	0,52	0,46	0,50	0,42	0,50	0,44	0,48	0,042	0,53	0,42
30	0,53	0,52	0,46	0,53	0,42	0,50	0,44	0,48	0,046	0,53	0,42

Cuadro 7. Valores generales de densidad básica familia 4.

Tabla resumen densidad básica (g/cm3).

FAMILIA 5											
Nº de anillo	densidad							Promedio	Desv est	Máximo	Mínimo
	árbol 1	árbol 2	árbol 3	árbol 4	árbol 5	árbol 6	árbol 7				
1	0,44	0,45	0,49	0,47	0,46	0,47	0,48	0,47	0,016	0,49	0,44
2	0,47	0,45	0,49	0,47	0,46	0,47	0,48	0,47	0,012	0,49	0,45
3	0,47	0,45	0,50	0,45	0,46	0,48	0,51	0,47	0,025	0,51	0,45
4	0,44	0,43	0,51	0,42	0,47	0,40	0,51	0,46	0,044	0,51	0,40
5	0,40	0,38	0,52	0,46	0,40	0,44	0,48	0,44	0,052	0,52	0,38
6	0,42	0,36	0,45	0,45	0,40	0,40	0,40	0,41	0,033	0,45	0,36
7	0,43	0,38	0,48	0,42	0,41	0,40	0,48	0,43	0,037	0,48	0,38
8	0,52	0,37	0,42	0,48	0,40	0,41	0,47	0,44	0,054	0,52	0,37
9	0,50	0,39	0,46	0,48	0,52	0,48	0,49	0,47	0,041	0,52	0,39
10	0,51	0,40	0,45	0,46	0,40	0,44	0,49	0,45	0,041	0,51	0,40
11	0,54	0,49	0,50	0,47	0,43	0,46	0,55	0,49	0,044	0,55	0,43
12	0,52	0,40	0,53	0,47	0,43	0,42	0,54	0,47	0,058	0,54	0,40
13	0,52	0,44	0,50	0,46	0,49	0,46	0,55	0,49	0,040	0,55	0,44
14	0,51	0,41	0,52	0,46	0,48	0,47	0,55	0,49	0,046	0,55	0,41
15	0,52	0,49	0,53	0,51	0,46	0,45	0,57	0,50	0,044	0,57	0,45
16	0,53	0,51	0,51	0,52	0,48	0,49	0,53	0,51	0,019	0,53	0,48
17	0,53	0,48	0,52	0,53	0,45	0,49	0,54	0,51	0,033	0,54	0,45
18	0,51	0,50	0,53	0,49	0,49	0,49	0,54	0,51	0,022	0,54	0,49
19	0,44	0,53	0,52	0,46	0,49	0,45	0,47	0,48	0,035	0,53	0,44
20	0,44	0,47	0,47	0,47	0,50	0,46	0,47	0,47	0,018	0,50	0,44
21	0,44	0,49	0,47	0,47	0,50	0,45	0,47	0,47	0,021	0,50	0,44
22	0,45	0,50	0,47	0,46	0,45	0,45	0,45	0,46	0,017	0,50	0,45
23	0,45	0,42	0,47	0,46	0,45	0,46	0,45	0,45	0,016	0,47	0,42
24	0,45	0,44	0,47	0,46	0,45	0,51	0,48	0,47	0,023	0,51	0,44
25	0,51	0,46	0,47	0,45	0,46	0,51	0,48	0,48	0,023	0,51	0,45
26	0,51	0,46	0,50	0,45	0,46	0,47	0,52	0,48	0,028	0,52	0,45
27	0,47	0,47	0,50	0,45	0,46	0,47	0,52	0,48	0,023	0,52	0,45
28	0,47	0,48	0,47	0,49	0,54	0,46	0,49	0,48	0,027	0,54	0,46
29	0,47	0,45	0,47	0,49	0,54	0,46	0,49	0,48	0,029	0,54	0,45
30	0,54	0,45	0,47	0,49	0,54	0,46	0,49	0,49	0,036	0,54	0,45

Cuadro 8. Valores generales de densidad básica familia 5.

Tabla resumen densidad básica (g/cm3).

FAMILIA 6											
Nº de anillo	densidad							Promedio	Desv est	Máximo	Mínimo
	árbol 1	árbol 2	árbol 3	árbol 4	árbol 5	árbol 6	árbol 7				
1	0,47	0,47	0,46	0,45	0,46	0,45	0,38	0,45	0,031	0,47	0,38
2	0,47	0,47	0,46	0,45	0,50	0,41	0,38	0,45	0,039	0,50	0,38
3	0,48	0,48	0,50	0,40	0,50	0,42	0,38	0,45	0,050	0,50	0,38
4	0,41	0,41	0,42	0,37	0,46	0,40	0,41	0,41	0,028	0,46	0,37
5	0,39	0,42	0,43	0,37	0,39	0,39	0,37	0,40	0,021	0,43	0,37
6	0,39	0,38	0,40	0,35	0,35	0,36	0,35	0,37	0,023	0,40	0,35
7	0,38	0,35	0,40	0,35	0,39	0,38	0,38	0,38	0,019	0,40	0,35
8	0,48	0,39	0,42	0,37	0,37	0,38	0,39	0,40	0,038	0,48	0,37
9	0,43	0,36	0,40	0,40	0,47	0,39	0,38	0,40	0,039	0,47	0,36
10	0,50	0,45	0,49	0,43	0,43	0,38	0,39	0,44	0,046	0,50	0,38
11	0,53	0,42	0,53	0,41	0,45	0,44	0,39	0,45	0,057	0,53	0,39
12	0,55	0,53	0,50	0,41	0,50	0,42	0,47	0,48	0,053	0,55	0,41
13	0,45	0,48	0,54	0,50	0,47	0,42	0,44	0,47	0,041	0,54	0,42
14	0,51	0,42	0,57	0,44	0,45	0,41	0,40	0,46	0,063	0,57	0,40
15	0,43	0,52	0,53	0,42	0,46	0,40	0,41	0,45	0,052	0,53	0,40
16	0,50	0,47	0,57	0,43	0,53	0,41	0,40	0,47	0,066	0,57	0,40
17	0,48	0,52	0,58	0,48	0,54	0,41	0,43	0,49	0,061	0,58	0,41
18	0,46	0,42	0,57	0,41	0,53	0,42	0,40	0,46	0,067	0,57	0,40
19	0,43	0,42	0,58	0,40	0,54	0,41	0,41	0,46	0,074	0,58	0,40
20	0,41	0,44	0,50	0,40	0,56	0,41	0,41	0,45	0,061	0,56	0,40
21	0,41	0,41	0,50	0,40	0,49	0,41	0,41	0,43	0,042	0,50	0,40
22	0,44	0,41	0,57	0,40	0,49	0,45	0,47	0,46	0,057	0,57	0,40
23	0,44	0,43	0,57	0,48	0,48	0,43	0,47	0,47	0,048	0,57	0,43
24	0,48	0,43	0,56	0,48	0,48	0,41	0,47	0,47	0,049	0,56	0,41
25	0,48	0,42	0,50	0,43	0,55	0,40	0,43	0,46	0,053	0,55	0,40
26	0,44	0,42	0,50	0,49	0,54	0,40	0,43	0,46	0,050	0,54	0,40
27	0,44	0,44	0,57	0,54	0,54	0,46	0,43	0,49	0,059	0,57	0,43
28	0,44	0,44	0,56	0,55	0,56	0,46	0,43	0,49	0,063	0,56	0,43
29	0,44	0,43	0,56	0,56	0,52	0,45	0,48	0,49	0,055	0,56	0,43
30	0,44	0,43	0,56	0,56	0,57	0,45	0,48	0,50	0,063	0,57	0,43

Cuadro 9. Valores generales de densidad básica familia 6.

Tabla resumen densidad básica (g/cm3).

FAMILIA 7											
Nº de anillo	Densidad							Promedio	Desv est	Máximo	Mínimo
	árbol 1	árbol 2	árbol 3	árbol 4	árbol 5	árbol 6	árbol 7				
1	0,46	0,47	0,42	0,50	0,46	0,50	0,48	0,47	0,029	0,50	0,42
2	0,46	0,47	0,44	0,50	0,52	0,45	0,50	0,48	0,028	0,52	0,44
3	0,44	0,49	0,47	0,51	0,44	0,43	0,53	0,47	0,038	0,53	0,43
4	0,42	0,51	0,46	0,48	0,45	0,40	0,47	0,45	0,038	0,51	0,40
5	0,44	0,46	0,40	0,44	0,42	0,40	0,45	0,43	0,025	0,46	0,40
6	0,41	0,40	0,40	0,46	0,41	0,43	0,43	0,42	0,023	0,46	0,40
7	0,39	0,40	0,43	0,48	0,46	0,40	0,44	0,43	0,035	0,48	0,39
8	0,48	0,45	0,46	0,53	0,48	0,42	0,45	0,46	0,035	0,53	0,42
9	0,44	0,45	0,51	0,50	0,55	0,44	0,46	0,48	0,045	0,55	0,44
10	0,50	0,51	0,49	0,50	0,54	0,47	0,44	0,50	0,030	0,54	0,44
11	0,54	0,51	0,50	0,57	0,57	0,49	0,48	0,53	0,038	0,57	0,48
12	0,54	0,52	0,52	0,50	0,56	0,48	0,48	0,51	0,032	0,56	0,48
13	0,56	0,52	0,47	0,50	0,56	0,54	0,49	0,52	0,033	0,56	0,47
14	0,51	0,52	0,49	0,49	0,57	0,48	0,49	0,51	0,029	0,57	0,48
15	0,53	0,51	0,52	0,51	0,56	0,52	0,48	0,52	0,023	0,56	0,48
16	0,56	0,50	0,52	0,48	0,56	0,54	0,44	0,51	0,044	0,56	0,44
17	0,55	0,50	0,52	0,48	0,49	0,54	0,42	0,50	0,043	0,55	0,42
18	0,53	0,50	0,52	0,49	0,53	0,53	0,42	0,50	0,039	0,53	0,42
19	0,52	0,50	0,52	0,49	0,52	0,53	0,44	0,50	0,031	0,53	0,44
20	0,50	0,49	0,48	0,49	0,52	0,49	0,44	0,49	0,023	0,52	0,44
21	0,48	0,49	0,48	0,49	0,52	0,50	0,42	0,48	0,029	0,52	0,42
22	0,48	0,47	0,50	0,54	0,50	0,50	0,42	0,49	0,035	0,54	0,42
23	0,48	0,47	0,50	0,54	0,52	0,49	0,41	0,49	0,039	0,54	0,41
24	0,47	0,47	0,48	0,53	0,51	0,49	0,41	0,48	0,037	0,53	0,41
25	0,47	0,47	0,51	0,53	0,51	0,52	0,43	0,49	0,037	0,53	0,43
26	0,48	0,47	0,51	0,52	0,51	0,52	0,43	0,49	0,034	0,52	0,43
27	0,48	0,47	0,53	0,52	0,51	0,52	0,43	0,49	0,036	0,53	0,43
28	0,49	0,51	0,55	0,53	0,50	0,53	0,42	0,50	0,042	0,55	0,42
29	0,49	0,50	0,51	0,53	0,50	0,53	0,42	0,50	0,036	0,53	0,42
30	0,49	0,48	0,51	0,53	0,50	0,53	0,42	0,49	0,037	0,53	0,42

Cuadro 10. Valores generales de densidad básica familia 7.

ANEXO 3

Delimitación de madera juvenil de cada árbol perteneciente a cada familia

Delimitación de madera juvenil para los árboles de la familia 1.

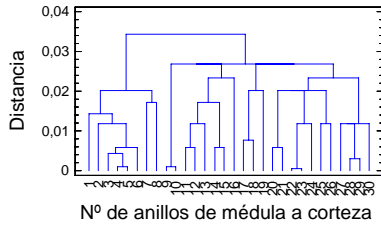


Figura 14. Delimitación de madera juvenil árbol 1

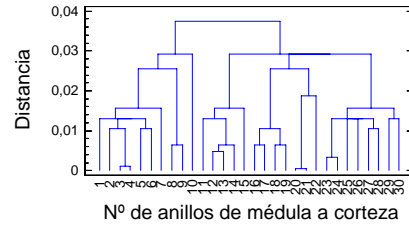


Figura 15. Delimitación de madera juvenil árbol 2

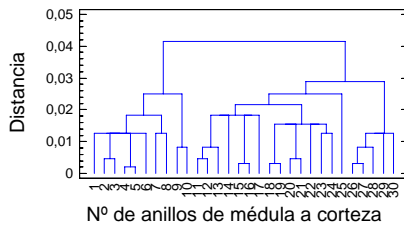


Figura 16. Delimitación de madera juvenil árbol 3

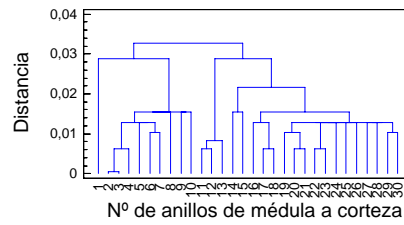


Figura 17. Delimitación de madera juvenil árbol 4

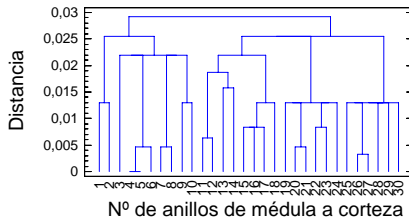


Figura 18. Delimitación de madera juvenil árbol 5

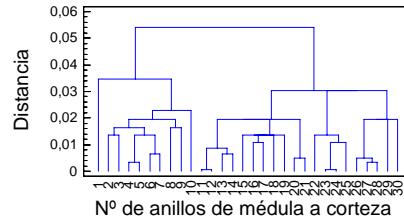


Figura 19. Delimitación de madera juvenil árbol 6

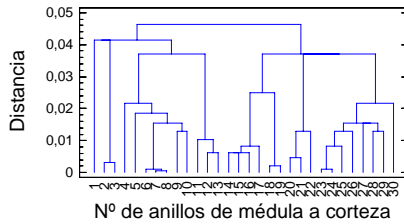


Figura 20. Delimitación de madera juvenil árbol 7

Delimitación de madera juvenil para los árboles de la familia 2.

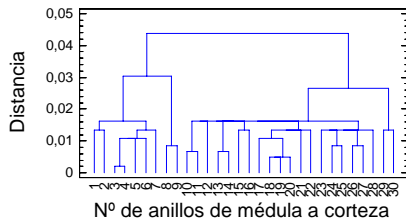


Figura 21. Delimitación de madera juvenil árbol 1

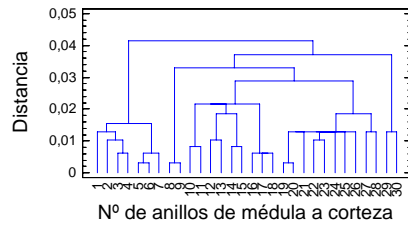


Figura 22. Delimitación de madera juvenil árbol 2

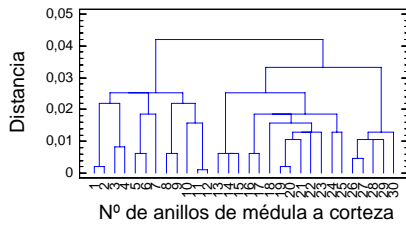


Figura 23. Delimitación de madera juvenil árbol 3

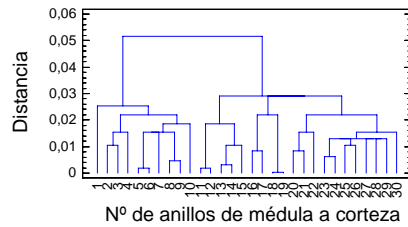


Figura 24. Delimitación de madera juvenil árbol 4

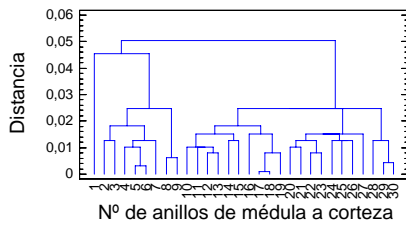


Figura 25. Delimitación de madera juvenil árbol 5

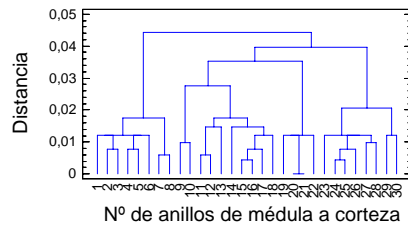


Figura 26. Delimitación de madera juvenil árbol 6

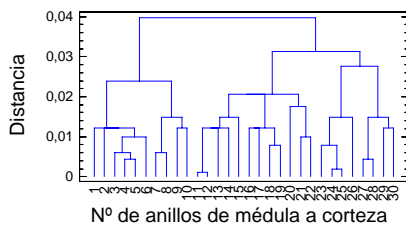


Figura 27. Delimitación de madera juvenil árbol 7

Delimitación de madera juvenil para los árboles de la familia 3.

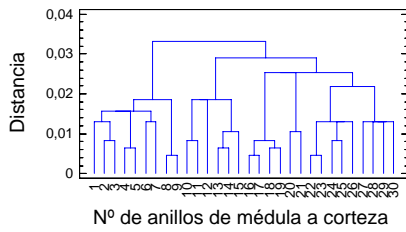


Figura 28. Delimitación de madera juvenil árbol 1

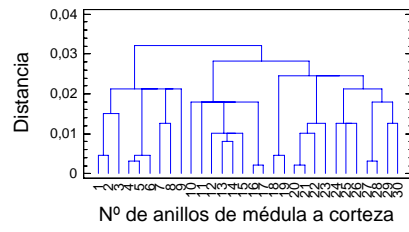


Figura 29. Delimitación de madera juvenil árbol 2

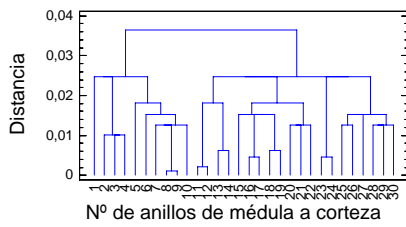


Figura 30. Delimitación de madera juvenil árbol 3

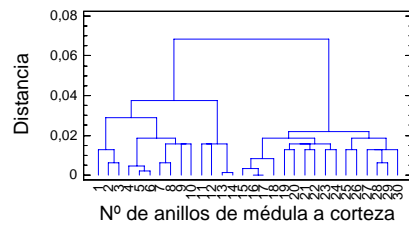


Figura 31. Delimitación de madera juvenil árbol 4

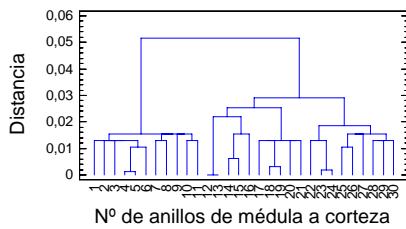


Figura 32. Delimitación de madera juvenil árbol 5

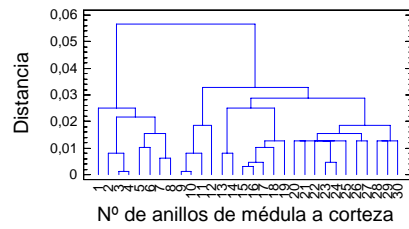


Figura 33. Delimitación de madera juvenil árbol 8

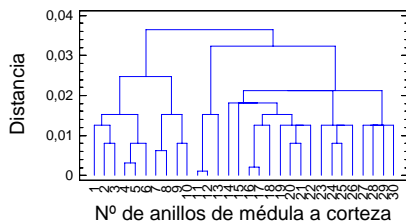


Figura 34. Delimitación de madera juvenil árbol 7

Delimitación de madera juvenil para los árboles de la familia 4.

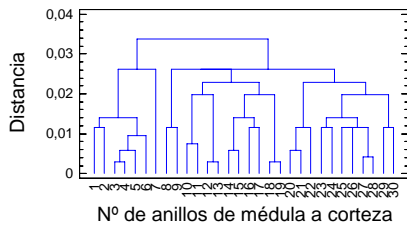


Figura 35. Delimitación de madera juvenil árbol 1

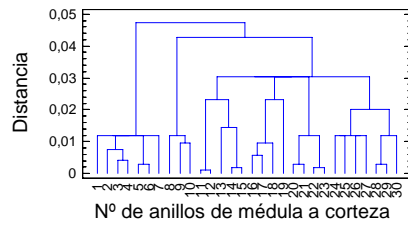


Figura 36. Delimitación de madera juvenil árbol 2

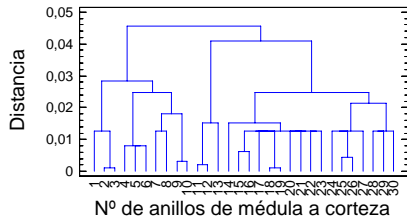


Figura 37. Delimitación de madera juvenil árbol 3

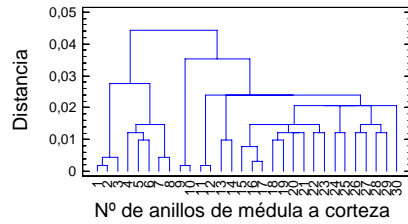


Figura 38. Delimitación de madera juvenil árbol 4

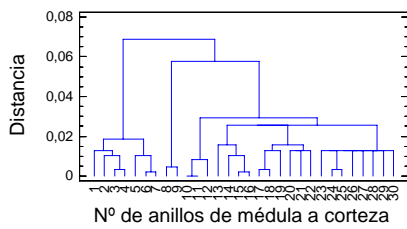


Figura 39. Delimitación de madera juvenil árbol 5

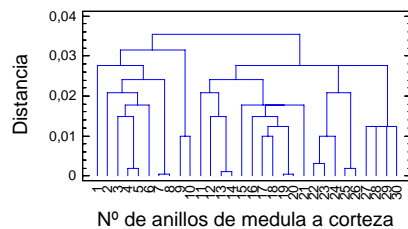


Figura 40. Delimitación de madera juvenil árbol 6

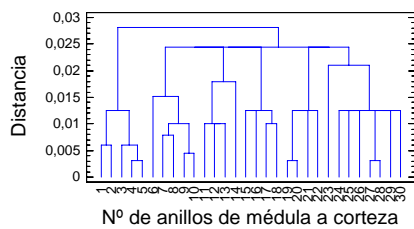


Figura 41. Delimitación de madera juvenil árbol 7

Delimitación de madera juvenil para los árboles de la familia 5.

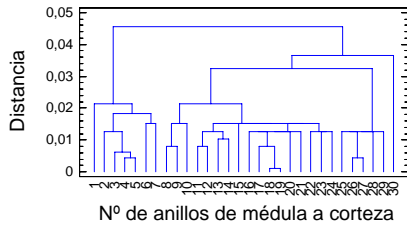


Figura 42. Delimitación de madera juvenil árbol 1

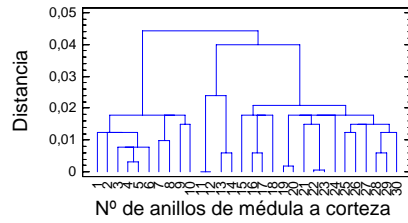


Figura 43. Delimitación de madera juvenil árbol 2

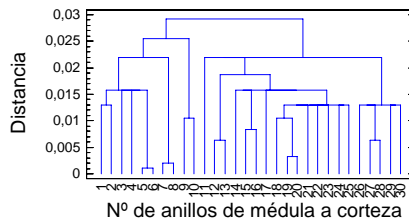


Figura 44. Delimitación de madera juvenil árbol 3

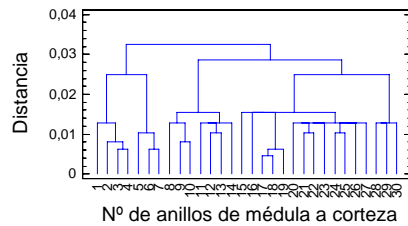


Figura 45. Delimitación de madera juvenil árbol 4

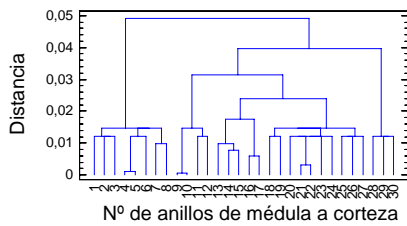


Figura 46. Delimitación de madera juvenil árbol 5

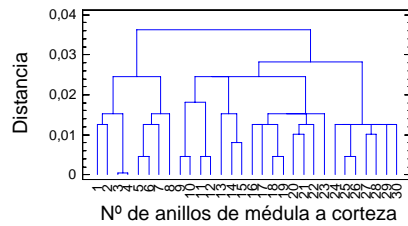


Figura 47. Delimitación de madera juvenil árbol 6

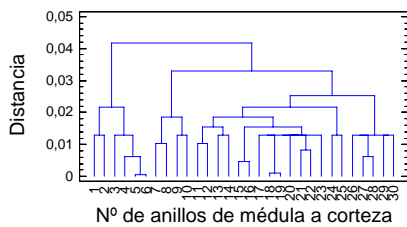


Figura 48. Delimitación de madera juvenil árbol 7

Delimitación de madera juvenil para los árboles de la familia 6.

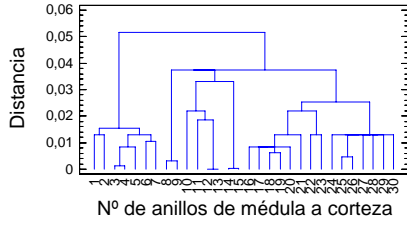


Figura 49. Delimitación de madera juvenil árbol 1

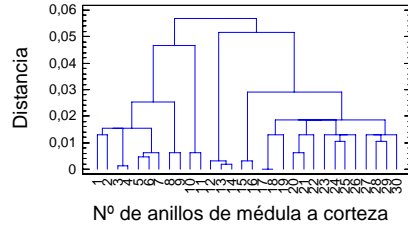


Figura 50. Delimitación de madera juvenil árbol 2

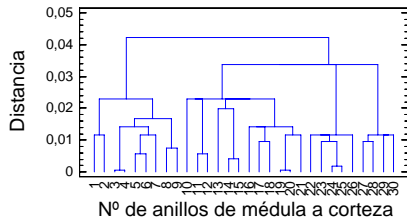


Figura 51. Delimitación de madera juvenil árbol 3

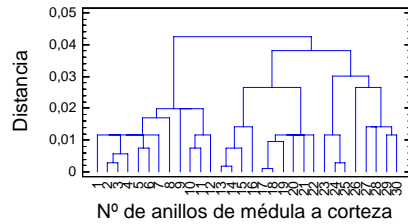


Figura 52. Delimitación de madera juvenil árbol 4

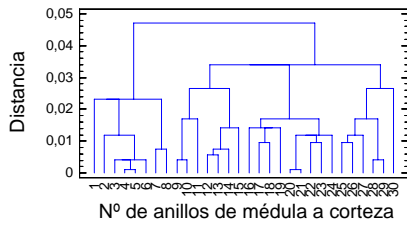


Figura 53. Delimitación de madera juvenil árbol 5

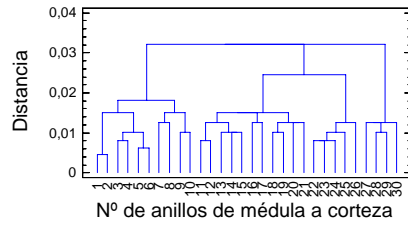


Figura 54. Delimitación de madera juvenil árbol 6

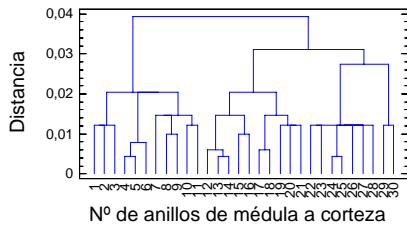


Figura 55. Delimitación de madera juvenil árbol 7

Delimitación de madera juvenil para los árboles de la familia 7.

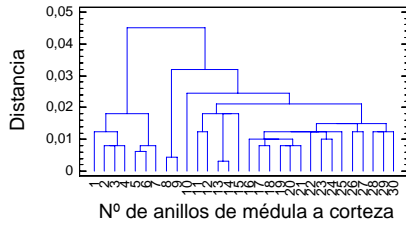


Figura 56. Delimitación de madera juvenil árbol 1

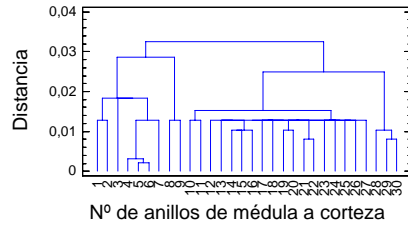


Figura 57. Delimitación de madera juvenil árbol 2

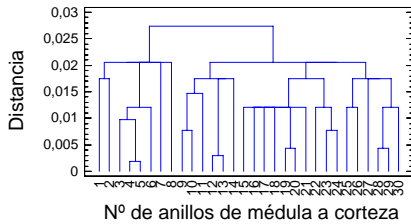


Figura 58. Delimitación de madera juvenil árbol 3

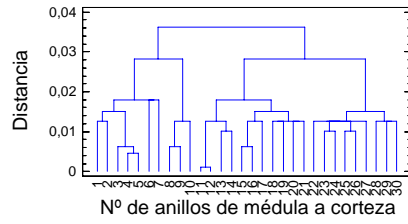


Figura 59. Delimitación de madera juvenil árbol 4

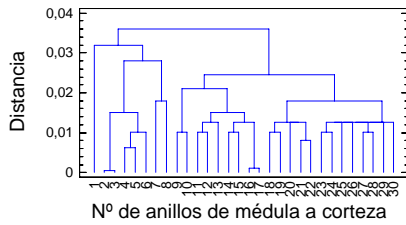


Figura 60. Delimitación de madera juvenil árbol 5

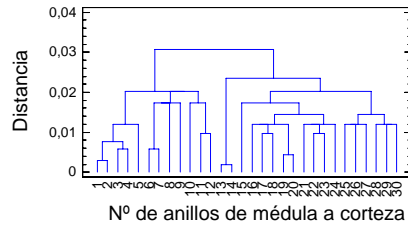


Figura 61. Delimitación de madera juvenil árbol 6

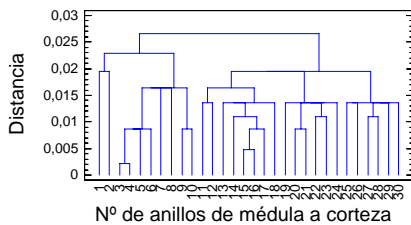


Figura 62. Delimitación de madera juvenil árbol 7

ANEXO 4

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	
N° de árbol	10					F5 7	F2 4			F4 6					F2 6																				
	9	F1 1		F3 3				F7 4			F6 4			F5 5		F4 5	F5 2		F6 1			F6 5								F6 7	F7 7				
	8												F7 6		F2 5										F1 7	F3 6			F6 6	F4 7					
	7						F2 2		F3 2		F6 3					F5 6	F1 6																		
	6		F6 2								F4 4		F1 2	F7 5	F5 4																				
	5				F3 1	F5 3		F7 3								F3 4						F3 5													
	4					F2 1	F7 2		F2 7			F1 4		F5 1	F2 3		F4 2		F1 5																
	3							F7 1			F4 1															F3 7									
	2																																		
	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 11. Ubicación de los árboles en estudio dentro de la plantación ubicada en el fundo San Germán.