

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

Departamento Manejo de Bosques y Medio Ambiente

**DETERMINACION DE PATRONES DE VARIACION EN PESO ESPECIFICO,
LONGITUD Y COARSENESS DE TRAQUEIDAS EN TRES ESPECIES EXOTICAS
CRECIDAS EN LA RESERVA FORESTAL DE MALLECO, SECTOR LOS GUINDOS.**



por

Marco Antonio Cárdenas Leiva

**MEMORIA DE TITULO PRESENTADA A LA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES DE
LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCION PARA
OPTAR AL TITULO DE INGENIERO FORESTAL**

CONCEPCION - CHILE

1995

DETERMINACION DE PATRONES DE VARIACION EN PESO ESPECIFICO,
LONGITUD Y COARSENESS DE TRAQUEIDAS EN TRES ESPECIES EXOTICAS
CRECIDAS EN LA RESERVA FORESTAL DE MALLECO, SECTOR LOS GUINDOS.

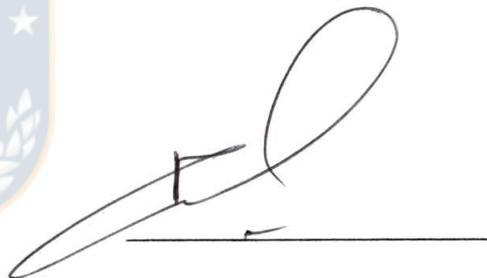
Profesor Asesor



Roberto Melo Sanhueza
Profesor Titular
Ingeniero Civil Químico

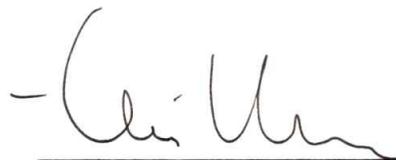


Director de Departamento
Manejo de Bosques y
Medio Ambiente



Fernando Drake Aranda
Profesor Asociado
Ingeniero Forestal

Decano Facultad
Ciencias Forestales



Dr Jaime Millán Herrera
Profesor Titular
Ingeniero Forestal

Por su constante preocupación y ayuda

.....A mi madre



Agradecimientos

Quiero dar gracias a todas aquellas personas que participaron en la materialización de este trabajo, como también a todas aquellas que me ayudaron durante mis años de estudios. En forma especial agradezco :

- A Don Roberto Melo, mi profesor asesor, por su gran calidad humana, por su amistad, su infinita paciencia, su gran sentido del humor y porque siempre estuvo dispuesto a ayudarme cuando lo necesité.
- A Cecilia Serra, la ceci, por su enorme voluntad y desinteresada ayuda, en todo momento que recurrí a ella.
- A Don Astoldo Solís, por su bondad a toda prueba, y porque siempre estuvo dispuesto a resolver mis problemas aún cuando le fueran totalmente ajenos.
- A Javier, Mario, Segundo Tapia y Segundo Iturra, por su ayuda, amistad, y por todos esos momentos que compartimos juntos.
- Al personal del Laboratorio de Productos Forestales, por facilitarme las cosas y hacer que mi trabajo fuera más expedito.
- A mis amigos, aquellos que las circunstancias nos unió y que siempre estuvieron a mi lado. También a aquellos que cambiaron su rumbo forzado por las circunstancias y de los cuales guardo un grato recuerdo.
- A mi hermana Sandra, la que a pesar de todas sus incomprensiones siempre estuvo dispuesta a ayudarme.
- Por último quiero dar gracias a todas aquellas personas que de uno u otro modo se involucraron con lo mío, a través de alguna palabra de aliento o simplemente por su preocupación por mí.

Todas éstas personas fueron parte importante de mi etapa como estudiante, etapa que culmino hoy con la presentación del presente trabajo.

INDICE DE MATERIAS

CAPITULOS	PAGINA
I INTRODUCCION.....	1
II REVISION BIBLIOGRAFICA.....	4
2.1 Antecedentes generales.....	4
2.1.1 Peso específico.....	4
2.1.1.1 Variación del peso específico.....	12
2.1.1.1.1 Variación dentro del árbol.....	14
2.1.2 Longitud de traqueidas.....	22
2.1.2.1 Variación de la longitud de traqueidas.....	32
2.1.2.1.1 Variación dentro del árbol.....	33
2.1.3 Coarseness de traqueidas.....	36
2.1.3.1 Variación del coarseness de traqueidas dentro del árbol.....	39
2.2 Descripción del área y especies en estudio.....	43
2.2.1 Estado Legal.....	43
2.2.2 Ubicación geográfica y administrativa.....	43
2.2.3 Deslindes generales.....	44
2.2.4 Vías de acceso.....	44

2.2.5	Clima.....	45
2.2.6	Descripción general de los suelos de la Reserva Forestal Malleco.....	47
2.2.7	Descripción de las especies en estudio.....	49
III MATERIALES Y METODOS.....		56
3.1	Materiales.....	56
3.2	Metodología.....	56
3.2.1	Tipo de muestreo.....	56
3.2.2	Selección de los árboles.....	57
3.2.3	Obtención de las rodelas.....	57
3.2.4	Obtención de las muestras para ensayos.....	58
3.2.5	Determinación del peso específico.....	59
3.2.6	Determinación de la longitud y coarseness de traqueidas.....	59
IV RESULTADOS Y DISCUSION.....		61
4.1	Variación del peso específico en relación con la posición en el fuste.....	61
4.1.1	Variación en relación con la posición radial de médula a corteza	61
4.1.2	Variación en relación con la altura en el árbol.....	73

4.2 Variación de la longitud de traqueidas en relación con la posición en el fuste.....	85
4.2.1 Variación en relación con la posición radial de médula a corteza.....	85
4.2.2 Variación en relación con la altura en el árbol.....	89
4.3 Variación del coarseness de traqueidas en relación con la posición en el fuste.....	92
4.3.1 Variación en relación con la posición radial de médula a corteza.....	92
4.3.2 Variación en relación con la altura en el árbol.....	96
V CONCLUSIONES.....	100
VI RESUMEN	102
SUMMARY.....	104
VII BIBLIOGRAFIA.....	105
VIII APENDICES	
8.1 Apéndice A : Tablas.....	116
8.2 Apéndice B : Figuras.....	128

INDICE DE TABLAS

TABLA N°	PAGINA
En el Texto	
1 Variación del peso específico con la distancia radial de médula a corteza en los árboles de las tres clases diamétricas, en <i>Cupressus lusitanica</i> Mill.....	63
2 Variación del peso específico con la distancia radial de médula a corteza en los árboles de las tres clases diamétricas, en <i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw.....	68
3 Variación del peso específico con la distancia radial de médula a corteza en los árboles de las tres clases diamétricas, en <i>Pinus pinaster</i> Ait.....	71
4 Variación del peso específico con la altura en el fuste en los árboles de las tres clases diamétricas, en <i>Cupressus lusitanica</i> Mill.....	76
5 Variación del peso específico con la altura en el fuste en los árboles de las tres clases diamétricas, en <i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw.....	79
6 Variación del peso específico con la altura en el fuste en los árboles de las tres clases diamétricas, en <i>Pinus pinaster</i> Ait.....	83
7 Variación de la Longitud de Traqueidas con la distancia radial de médula a corteza en las tres especies estudiadas.....	87
8 Variación de la Longitud de Traqueidas con la altura en el árbol en las tres especies estudiadas.....	90

9 Variación del Coarseness de Traqueidas con la distancia radial de médula a corteza en las tres especies estudiadas.....	94
10 Variación del Coarseness de Traqueidas con la altura en el árbol en las tres especies estudiadas.....	97

En el Apéndice A

1A Variabilidad de los valores de peso específico con la distancia radial de médula a corteza en los arboles de las tres clases diámétricas, en <i>Cupressus lusitanica</i> Mill.....	116
2A Variabilidad de los valores de peso específico con la distancia radial de médula a corteza en los arboles de las tres clases diámétricas, en <i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw.....	117
3A Variabilidad de los valores de peso específico con la distancia radial de médula a corteza en los arboles de las tres clases diámétricas, en <i>Pinus pinaster</i> Ait.....	118
4A Variabilidad de los valores de peso específico con la altura en el fuste en los arboles de las tres clases diámétricas, en <i>Cupressus lusitanica</i> Mill.....	119
5A Variabilidad de los valores de peso específico con la altura en el fuste en los arboles de las tres clases diámétricas, en <i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw.....	120
6A Variabilidad de los valores de peso específico con la altura en el fuste en los arboles de las tres clases diámétricas, en <i>Pinus pinaster</i> Ait.....	121
7 Variación de la Longitud de Traqueidas con la distancia radial de médula a corteza y para tres niveles de altura en el árbol en las tres especies estudiadas.....	122

7A Variabilidad de los valores de Longitud de Traqueidas con la distancia radial de médula a corteza en las tres especies estudiadas.....	123
8A Variabilidad de los valores de Longitud de Traqueidas con la altura en el árbol en las tres especies estudiadas.....	124
9 Variación del Coarseness de Traqueidas con la distancia radial de médula a corteza y para tres niveles de altura en el árbol en las tres especies estudiadas.....	125
9A Variabilidad de los valores del Coarseness de Traqueidas con la distancia radial de médula a corteza en las tres especies estudiadas.....	126
10A Variabilidad de los valores del Coarseness de Traqueidas con la altura en el árbol en las tres especies estudiadas.....	127



INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	PAGINA
En el Texto	
1 Variación del peso específico con la distancia radial de médula a corteza en los árboles de las tres clases diámétricas, en <i>Cupressus lusitanica</i> Mill.....	62
2 Variación del peso específico con la distancia radial de médula a corteza en los árboles de las tres clases diámétricas, en <i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw.....	67
3 Variación del peso específico con la distancia radial de médula a corteza en los árboles de las tres clases diámétricas, en <i>Pinus pinaster</i> Ait.....	70
4 Variación del peso específico con la altura en el fuste en los árboles de las tres clases diámétricas, en <i>Cupressus lusitanica</i> Mill.....	75
5 Variación del peso específico con la altura en el fuste en los árboles de las tres clases diámétricas, en <i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw.....	78
6 Variación del peso específico con la altura en el fuste en los árboles de las tres clases diámétricas, en <i>Pinus pinaster</i> Ait.....	83
7 Variación de la longitud de Traqueidas en relación con la distancia radial de médula a corteza en las tres especies estudiadas.....	86
8 Variación de la longitud de Traqueidas en relación con la altura en el árbol en las tres especies estudiadas.....	89
9 Variación del coarseness de Traqueidas en relación con la distancia radial de médula a corteza en las tres especies estudiadas.....	93

10 Variación del coarseness de Traqueidas en relación con la altura en el árbol en las tres especies estudiadas.....	96
--	----

En el apendice B

1A,1B,1C Variabilidad de los valores de peso específico en relación con la distancia radial de médula a corteza en los arboles de las tres clases diámetricas, en <i>Cupressus lusitanica</i> Mill.....	128
2A,2B,2C Variabilidad de los valores de peso específico en relación con la distancia radial de médula a corteza en los arboles de las tres clases diámetricas, en <i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw.....	129
3A,3B,3C Variabilidad de los valores de peso específico en relación con la distancia radial de médula a corteza en los arboles de las tres clases diámetricas, en <i>Pinus pinaster</i> Ait.....	130
4A,4B,4C Variabilidad de los valores de peso específico en relación con la altura en el fuste en los arboles de las tres clases diámetricas, en <i>Cupressus lusitanica</i> Mill.....	131
5A,5B,5C Variabilidad de los valores de peso específico en relación con la altura en el fuste en los arboles de las tres clases diámetricas, en <i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw.....	132
6A,6B,6C Variabilidad de los valores de peso específico en relación con la altura en el fuste en los arboles de las tres clases diámetricas, en <i>Pinus pinaster</i> Ait.....	133
7A,7B,7C Variabilidad de los valores de Longitud de Traqueidas en relación con la distancia radial de médula a corteza en las tres especies estudiadas.....	134

8A,8B,8C Variabilidad de los valores de Longitud de Traqueidas en relación con la altura en el árbol en las tres especies estudiadas.....	135
9A,9B,9C Variabilidad de los valores del Coarseness de Traqueidas en relación con la distancia radial de médula a corteza en las tres especies estudiadas.....	136
10A,10B,10C Variabilidad de los valores de Coarseness de Traqueidas en relación con la altura en el árbol en las tres especies estudiadas.....	137



I INTRODUCCION

El sector forestal chileno está, actualmente, basando sus perspectivas de desarrollo económico, principalmente, en una sola especie, *Pinus radiata* D. Don., y más recientemente *Eucalyptus sp.*, especies predominantes en el escenario productivo sectorial durante los últimos 20 años.

Esta situación queda de manifiesto si se considera que en nuestro país la superficie total cubierta por plantaciones de especies exóticas alcanza a 1.570.000 hectáreas, de las cuales el 84 % corresponde a plantaciones de pino, el 11 % a plantaciones de *Eucalyptus* y sólo un 5 % corresponde a plantaciones con otras especies, entre las que destacan *Atriplex*, Tamarugo, Pino oregón y Alamo, entre otras (INFOR, 1993).

La extraordinaria adaptabilidad del Pino y *Eucalyptus* a las condiciones edafoclimáticas ofrecidas por nuestro territorio hicieron que fueran ellos quienes se impusieran y caracterizaran las plantaciones forestales de nuestro país. Ciertamente, factores de rentabilidad incidieron decisivamente en la formación de esta hegemonía, virtualmente sin contrapeso en el ámbito de los cultivos forestales chilenos (Chile Forestal, 1994). Sin embargo, la aparición de plagas, la

respuesta eventual del suelo a un monocultivo, en el tiempo, y los riesgos de carácter económico, ante fluctuaciones en los mercados, constituyen toques de alerta que reviven la atención de los sectores involucrados y vuelve a insistirse en la necesidad de diversificar las plantaciones forestales.

Las primeras investigaciones sobre introducción de especies datan de la década de los años '50, con el plan Chillán. Posterior a esto, el Instituto Forestal (INFOR), en el año 1962 da inicio a un programa de introducción de especies forestales para la zona central y sur del país, estableciéndose alrededor de 60 ensayos hasta el año 1975. Pero previo a estas situaciones en particular se establecieron ensayos de introducción de especies fuera de cualquier programa. Tal es el caso de los ensayos presentes en la Reserva Forestal Malleco, en donde existían rodales con especies tales como *Cupressus lusitánica*, *Cupressus macrocarpa*, *Chamaecyparis lawsoniana*, *Pinus pinaster*, *Picea obovata* y *Pinus strobus*, tres de las cuales forman parte del presente trabajo.

Actualmente, y gracias al impulso generado por el Ministerio de Agricultura, a través de la Corporación Nacional Forestal, CONAF, se han experimentado diversas especies arbóreas, en relación a su aclimatación en nuestro país, las que en virtud de sus cualidades pudieran llegar a convertirse en un importante recurso adicional de madera. Sin embargo, para decidir e implementar programas de

diversificación de especies en plantaciones futuras es necesario evaluarlas desde el punto de vista de sus características físicas, químicas y tecnológicas, de manera de reunir antecedentes y efectuar, posteriormente, una caracterización básica para una eventual utilización tecnológica.

Insertas dentro de una política de Investigación y cooperación, la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Concepción y la Corporación Nacional Forestal, CONAF, IX Región, han llevado a cabo el “Estudio sobre volumetría, crecimiento, taxonomía y tecnología de la madera en los rodales de coníferas exóticas del sector Los Guindos, de la Reserva Forestal Malleco”.



Inserto dentro de este estudio, se desarrolla el presente trabajo, el que tiene como objetivo estudiar las especies *Cupressus lusitanica* Mill., *Cupressus macrocarpa* Hartw. y *Pinus pinaster* Ait., crecidas en dicha reserva, de manera de determinar algunas de sus características biométricas (peso específico, longitud y coarseness de traqueidas), y cómo éstas varían de acuerdo a su posición dentro del árbol, con la altura y distancia radial de médula a corteza.

El material utilizado en este estudio provino de parcelas experimentales establecidas en dicha reserva, con individuos cuyas edades fluctuaron entre 50 y 80 años.

II REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Antecedentes generales.

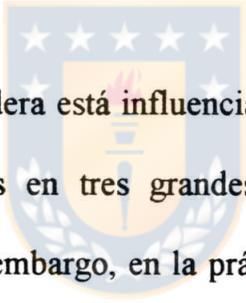
2.1.1 Peso específico. El peso específico de la madera se define como la relación entre el peso anhidro de un volúmen dado de una muestra y el peso del volúmen de agua que ella desplaza estando saturada (Stephen y Hsiung, 1954; citados por González, 1987).

El peso específico no es una característica simple de la madera, sino una combinación de características, cada una de las cuales posee un sólido patrón hereditario propio. Combinadas, determinan lo que se conoce como peso específico (Van Buijtenen, 1964; citado por Melo y Paz, 1995).

La importancia del peso específico de la madera radica en el hecho de que presenta una relación directa con sus propiedades físicas, mecánicas y químicas (Delmastro et al., 1979). Corroborando esta afirmación, Harris (1965), citado por Greenhill (1984), expone que un aumento de un 50 % en el peso específico puede significar un incremento del orden de un 250 % en su resistencia. De igual forma el peso específico de la madera se relaciona estrechamente con las propiedades de una amplia gama de sus derivados. Cown y Kiblewhite (1980),

señalan que el peso específico de la madera reviste importancia puesto que influye en el consumo de madera para la fabricación de pulpa y papel, llegando a determinar ampliamente la producción a partir de un volumen dado de madera.

El peso específico de una muestra dada de madera está determinado, principalmente, por tres diferentes propiedades de ésta, como lo son ; la cantidad de madera de verano, el tamaño de las células y el grosor de la pared celular (Van Buijtenen, 1964, citado por Melo y Paz, 1995). Así, cualquier factor que altere alguna de estas propiedades lo hará también sobre su peso específico.



El peso específico de la madera está influenciado por un sinnúmero de factores, que pueden ser clasificados en tres grandes grupos: Sitio (suelo y clima), Silvicultura y Genética. Sin embargo, en la práctica es difícil separar los efectos de cada uno pues existe una fuerte interacción entre ellos (Cown, 1974 b).

Cown y Mc Conchie (1980), señalan la importante influencia que ejerce la ubicación geográfica del sitio de crecimiento sobre las características de la madera, estableciendo que la madera producto de distintas regiones tiene un potencial diferente para la fabricación del papel. Esta influencia, de la ubicación geográfica, se manifiesta a través de las condiciones climáticas propias de cada zona, determinadas principalmente por la latitud y altitud, para las cuales se

encontraron altos coeficientes de correlación con el peso específico de la madera (Mitchel, 1964; Cown, 1974a; Harris (1965), citado por Cown, 1974a).

Mitchel (1964), estudiando variación del peso específico en *Pinus taeda*, en el norte de Estados Unidos, determinó que éste tiene una relación inversa con la latitud. Esta misma tendencia encontró en otras especies de coníferas del sur-este del mismo país. Cown (1974a), coincide con lo señalado por Mitchel en relación a las tendencias encontradas, y agrega además que para *Pino radiata*, creciendo en Nueva Zelandia, el peso específico de la madera madura disminuye a medida que aumenta la latitud, y lo hace a una tasa de alrededor de 0.02 gr./cc por cada grado de variación. Para el mismo estudio determinó además, que la altitud afecta de igual manera al peso específico, y que éste disminuyó a una tasa de alrededor de 0.015 gr./cc por cada 100 metros de aumento en altitud.

En estudios llevados a cabo en nuestro país se encontró, sin embargo, una correlación negativa entre peso específico y latitud, siendo para tal caso el coeficiente de correlación igual a 0.591 (Delmastro et al., 1979).

Por otra parte, Harris (1965), citado por Cown (1974a), en *Pino radiata*, encontró una alta correlación entre el peso específico de la madera madura con la temperatura media anual ($r = -0.94$), la correlación fue más baja en madera

juvenil ($r = -0.56$). Se ha encontrado además, en diferentes especies, que la formación de madera de verano se favorece con lluvias de verano y otoño, aumentando el peso específico de la madera, y por el contrario, las lluvias primaverales, en la mayoría de las especies, favorecen la formación de madera juvenil (Goddard y Strickland, 1962, Cown, 1974a, citados por Greenhill, 1984).

En general, el mayor porcentaje de madera de verano, y por ende un mayor peso específico, se asocia con zonas de baja altitud, baja precipitación y humedad relativa y condiciones secas y cálidas (Edlin, 1965, citado por Daniel et al., 1982).



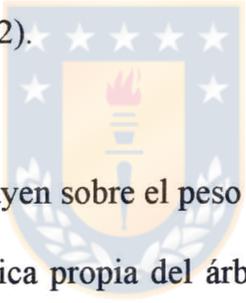
Así como los factores climáticos, la fertilidad del sitio es una variable de gran importancia que puede afectar el peso específico de la madera. La tendencia general es que en sitios más fértiles se produce una disminución de esta propiedad (Delmastro et al., 1979). La madera de los árboles que crecen en suelos deficientes, tienen, normalmente, anillos anuales más delgados, alto porcentaje de madera de verano y alto peso específico (Cown, 1981; Delmastro et al., 1979, citados por Greenhill, 1984). De manera opuesta, la madera de árboles creciendo en buenos sitios presenta una mayor proporción de madera de primavera y por lo tanto un menor peso específico (Morales, 1968). Al respecto, Cown (1974a), señala que diferencias de hasta un 20 % en promedio de peso

específico pueden esperarse entre árboles creciendo en sitios deficientes y sitios normales.

Otro factor que afecta el peso específico de la madera es la silvicultura. Al respecto Cown (1974b) señala que las intervenciones silviculturales pueden favorecer cambios en el peso específico de la madera. Un espaciamiento amplio, o un raleo, pueden contribuir a producir madera de bajo peso específico en forma temporal, sin embargo en rotaciones largas este efecto es mínimo. Por otra parte Nicholls (1971), expone que el efecto que tiene la fertilización y el raleo, sobre el peso específico de la madera, es variable, dependiendo ello en gran medida de la forma en que afecte la proporción de madera de primavera y madera de verano. Van Lear (1983), citado por González y Molina (1989), en un ensayo llevado a cabo en *Pinus palustris*, determinó que la fertilización causó un pequeño aumento en el crecimiento radial resultante de un aumento en la formación de madera de primavera, lo que trajo como consecuencia una disminución en el peso específico.

En general, la fertilización y el raleo reducen el peso específico de la madera (Daniel et al., 1982).

La posición sociológica de los árboles dentro del rodal es otro de los factores que afectan el peso específico de la madera. Así, se ha encontrado que los árboles de estratos inferiores presentan un mayor peso específico que los árboles de estratos superiores (Delmastro et al., 1979). En general, los árboles jóvenes que tienen grandes copas producen una mayor proporción de madera de primavera, que de madera de verano, por lo que su peso específico es menor; al contrario, los árboles de rodales densos cuyas copas son más pequeñas incluidos los individuos suprimidos, producen una mayor proporción de madera de verano y por ello su peso específico es también mayor (Pillow, 1954, Larson, 1964 y Elliot, 1970; citados por Daniel et al., 1982).



Otro de los factores que influyen sobre el peso específico de la madera y que dice relación con una característica propia del árbol es la edad de éste. Al respecto Uprichard (1980) sostiene que la edad del árbol controla las propiedades de la madera y a la vez, la calidad de las pastas que de ésta se obtiene. Estudios llevados a cabo por Morales (1968) determinaron que el sitio de procedencia y la edad influyen marcadamente sobre el peso específico, hallándose un alto coeficiente de correlación entre la edad del árbol y su peso específico, ($r = 0,981$), cuando se controla el sitio de procedencia de la madera. Cown et al. (1980), coinciden con lo encontrado por Morales al señalar que las

características de las células leñosas son fuertemente dependientes de la edad del tejido cambial para cualquier nivel del tronco.

Finalmente, otro factor a considerar, y de gran importancia, es la tasa de crecimiento del árbol. Su importancia radica en el hecho de que la información que se ha generado al respecto en numerosos trabajos es un tanto difusa y, en algunos casos, contradictoria.

Julio (1964), estudiando la influencia de la rapidez de crecimiento sobre algunas propiedades de la madera en Alamo, determinó una correlación positiva y significativa poco marcada ($r = 0.51$), con el diámetro de los árboles. Estos resultados, según Julio, estarían indicando que la rapidez de crecimiento, representada en este caso por diferencias de diámetros para una misma edad, pareciera no tener efecto sobre el peso específico de la madera.

Similares resultados fueron obtenidos por Alfaro y Moreno (1974), en Pino radiata, al relacionar velocidad de crecimiento con peso específico, encontrando una correlación muy baja y no significativa entre ambas variables, para cuatro distintas áreas de estudio. Por su parte Sutton (1985), citado por González (1987) afirma categóricamente que: "Hechos los análisis de laboratorio, ha quedado demostrado en forma contundente que la tasa de crecimiento no influye sobre las

propiedades físicas ni mecánicas de la madera. Lo importante no es el ancho, sino la edad del anillo, vale decir, el año en que creció".

De manera opuesta, Nicholls y Fielding (1965), citados por Nicholls y Brown (1974), en un estudio similar, usando además material clonal, a fin de eliminar la variación genética, determinaron que las características de la madera no fueron afectadas significativamente por las variaciones ambientales entre árboles como lo fueron las expresadas por la diferencia radial de las tasas de crecimiento. Coincidiendo con lo anterior, Nicholls (1971), en un estudio en *Pinus pinaster* de 54 años, creciendo en Australia, determinó que el peso específico de la madera fue significativamente reducido producto de un aumento en la tasa de crecimiento radial, originado por la aplicación de diferentes tratamientos de fertilización y raleo.

Por otro lado, Zobel (1980), citado por Greenhill (1984), determinó una correlación negativa en árboles jóvenes de *Pinus taeda*, sin embargo tal situación desapareció en poblaciones adultas.

Ante tal situación, Spurr y Hsiung (1954), y Zobel (1969), citado por Alfaro y Moreno (1974), señalan que esto se debió al hecho de que muchos trabajos

fueron realizados sin considerar la variación del peso específico de médula a corteza como consecuencia de la edad.

Es bien sabido que el peso específico aumenta desde el centro del árbol hacia el cambium debido a un proceso de maduración, en el que se producen células más largas y de paredes más gruesas. Este proceso de maduración coincide con un estrechamiento de los anillos hacia la periferia, que es consecuencia de la tendencia del árbol, si el espacio de crecimiento se mantiene constante, a agregar cada año un volumen más o menos igual de madera. Para crecer dicho volumen, el árbol necesitará un espesor de anillo mayor cuando es joven y tiene poco diámetro que cuando es adulto y tiene gran diámetro (Spurr y Hsiung, 1954). De este modo, señalan Alfaro y Moreno (1974), no es extrañable encontrar fuertes correlaciones negativas cuando se deja de considerar el efecto de la edad en el peso específico. Lo correcto, por lo tanto, es estudiar esta relación dejando constante la edad, lo cual se consigue comparando secciones de igual rango de edad.

2.1.1.1 Variación del peso específico. Al analizar la variación del peso específico entre árboles se debe diferenciar aquella que ocurre entre individuos de una misma especie y entre individuos de distinta especie. Al respecto, Delmastro et al. (1979), señalan que el peso específico de la madera presenta

una fuerte variación al considerar árboles individuales, ya sea, entre especies o dentro de una misma especie. Entre árboles de diferente especie encontraron variaciones en peso específico en un rango que va desde 0,2 a 1,3.

La variación entre individuos de una misma especie es considerable, y se produce por cambios en las condiciones ambientales y por variación genética (Daniel et al., 1982).

En *Pinus taeda*, para un mismo índice de sitio, se pueden encontrar individuos con diferencias de 0,15 a 0,2 en el peso específico de la madera (Zobel, 1980, citado por Greenhill, 1984). En la misma especie, Mc Millan (1964), citado por Greenhill (1984), encontró una variación de 0,62 a 0,94 en peso específico. De igual modo Cown (1974b), en árboles de *Pino radiata* de seis años creciendo en un sitio homogéneo de Nueva Zelandia, determinó un rango de variación, entre árboles, de 0,27 a 0,36 en peso específico.

En nuestro país esta especie presenta una fuerte variación entre árboles a lo largo de su distribución geográfica, como también dentro de un determinado rodal. A lo largo de su distribución geográfica Delmastro et Al.,(1981), citado por Greenhill (1984), encontró una fuerte variación entre individuos, con rangos de

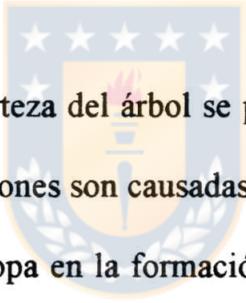
0,25 a 0,55 para madera juvenil, 0,31 a 0,67 para madera de transición y de 0,22 a 0,79 para madera madura.

Dentro de una zona más homogénea, Alfaro y Moreno (1974), determinaron una gran variación de árbol a árbol, dentro de cada rodal estudiado. Señalan además que dado que dentro de cada rodal no hubo grandes diferencias de ambiente es de suponer que las diferencias entre individuos son primordialmente genéticas. Esta gran variación en peso específico, dicen, se presenta normalmente en todas las especies forestales y es la base para el mejoramiento genético, pues permite apreciar los fenotipos con que se cuenta y realizar el trabajo de selección.

Considerando este amplio rango de variación que presenta el peso específico entre árboles, de igual o distinta especie, no es posible caracterizar un grupo de árboles en base a la medición de un sólo árbol, ni tampoco el promedio de un rodal asociarlo a una zona más extensa (Delmastro et al., 1979).

2.1.1.1.1 Variación dentro del árbol. El peso específico de la madera es una de las propiedades que presenta fuertes contrastes al tomar muestras de diferentes posiciones en el radio del árbol (Desch, 1962 ; Diaz-Vaz,1981). En el mismo sentido, son de importancia los contrastes en las propiedades dentro de un anillo de crecimiento, esto es entre madera de primavera y madera de verano. Así, la

madera formada al inicio del periodo vegetativo, madera de primavera, difiere de la madera de verano, formada al término del periodo anual. Entre estas dos zonas la característica más variable es la relación pared celular - lumen celular que incide directamente en el peso específico y en la mayor parte de las propiedades y características del material leñoso (Díaz- Vaz, 1981). La madera de primavera está formada por células de paredes delgadas y lumen amplio, lo que se traduce en que este tipo de madera presenta un bajo peso específico, si se compara con la madera de verano, cuyas células están provistas de paredes gruesas y lumen estrecho (Salisbury y Parke, 1968; Wilkes, 1987).

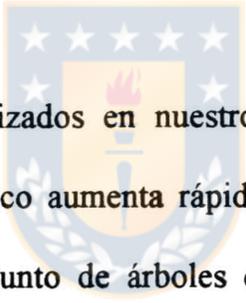


Desde la médula hacia la corteza del árbol se producen fuertes variaciones en el peso específico. Estas variaciones son causadas, fundamentalmente, por la edad y por el efecto que ejerce la copa en la formación de la madera (Delmastro et al., 1979; Díaz- Vaz, 1981). La madera más cercana a la médula, llamada madera juvenil, presenta en coníferas menor peso específico, menor largo de traqueidas, mayor ancho de anillos y otras diferencias si se compara con la madera madura, más alejada del centro del árbol (Díaz- Vaz, 1981).

En *Pinus caribaea*, creciendo en Fiji, se encontró una variación de 0,4 a 0,57 desde la médula a la corteza (Cown, 1981). De igual manera, en *Pino radiata* creciendo en Nueva Zelandia se ha encontrado una variación gradual del peso

específico desde médula a corteza, siendo los rangos determinados de 0,386 en madera juvenil y 0,48 en madera madura (Cown y Mc Conchie, 1980, citados por Greenhill, 1984) y de 0,38 a 0,45 en madera juvenil y madera madura, respectivamente (Harris, 1966, citado por Greenhill, 1984).

Cown y Mc Conchie (1980), señalan que ocurre un aumento en el peso específico de la madera desde médula a corteza y agregan además que este aumento es muy pronunciado en los primeros 15 anillos, haciéndose más reducido después de esta fase.



En relación a estudios realizados en nuestro país Alfaro y Moreno (1974), señalan que el peso específico aumenta rápidamente desde la médula hacia la corteza. Estudiando un conjunto de árboles de Pino radiata, de igual edad y diferente procedencia, determinaron un aumento del peso específico según la posición hacia afuera de los anillos de crecimiento. Este aumento se manifestó alrededor de los doce primeros anillos, después de los cuales esta tendencia disminuyó.

En otros estudios llevados a cabo en nuestro país, también se ha determinado que se produce un aumento gradual del peso específico de médula a corteza. Así lo demuestran los trabajos llevados a cabo por Morales, 1968; Romero, 1952, Ulloa,

1962, Ortiz, 1964 y Paz y Melo, 1965; citados por Alfaro y Moreno, 1974; Díaz-Vaz, 1981; Greenhill, 1984). Este patrón de variación del peso específico de médula a corteza estaría influido por la fuerte proporción de madera de primavera en los primeros anillos de crecimiento alrededor de la médula (Cown y Mc Conchie, 1980). A medida que se avanza hacia la corteza los anillos comienzan a estrecharse y comienza a pesar la mayor proporción de madera de verano presente en ellos (Romero, 1952, Ulloa, 1962, Ortiz, 1964 y Paz y Melo, 1965, citados por Alfaro y Moreno, 1974; Cown y Mc Conchie, 1980).

Zobel et al., (1959) y Daniel et al., (1982), reafirmando lo anterior coinciden en señalar que este patrón de variación se debería a la presencia de un corazón interno de madera inmadura o juvenil, que presenta un bajo peso específico debido a la gran proporción de madera de primavera presente en ella, si se compara con la madera madura, más alejada del centro del árbol.

La transición entre ambos tipos de madera no está clara y va a depender en gran medida de la especie, sin embargo la madera juvenil comprendería, en coníferas, los primeros 9 a 15 anillos de crecimiento (Zobel et al., 1959; Daniel et al., 1982).

Las variaciones de las propiedades de la madera asociadas con la altura en el árbol pueden, tal vez, visualizarse mejor si se considera que existe un corazón de madera juvenil, con bajo peso específico, en forma de cilindro interior. Este cilindro se extiende desde la base del árbol continuamente hasta el ápice. El resultado es que los trozos superiores constan fundamentalmente de este cilindro interior o madera juvenil, presentando por lo tanto un bajo peso específico si se compara con las primeras trozas (inferiores) del mismo árbol.

Como regla general, la madera más densa es encontrada hacia la base del árbol y existe un descenso gradual del peso específico en muestras tomadas a partir de sucesivos niveles de altura a lo largo del fuste (Desch, 1962). Este patrón de variación del peso específico ya había sido reconocido anteriormente por otros investigadores, por ejemplo, Bethel (1940) y Lindgren (1951), citados por Zobel et al., (1959).

Al respecto, Spurr y Hsiung (1954), señalan que para pinos duros y otras coníferas, particularmente aquellas en que existe una clara diferenciación de la madera de verano y que además presentan una baja conicidad, el peso específico decrece marcadamente con la altura en el fuste. Igual tendencia fue encontrada por Zobel et al., (1959), estudiando variación del peso específico con la altura en *Pinus taeda* y *Pinus ellioti*.

Cown (1981), señala similar patrón de variación en *Pinus caribaea* y agrega además que esta tasa promedio de disminución fue de alrededor de 5 kg/m³/m. En tanto Daniel et al., (1982), señalan que en cualquier capa de madera existe una disminución de alrededor del 10 % en peso específico, entre la base y la porción superior del fuste.

Los más relevante, y que en gran medida determina el patrón de variación del peso específico con la altura, es el hecho de que ocurre una tendencia intraincremental hacia la juventud con el incremento en altura sobre el nivel del suelo. Así, desde la base del árbol hacia la parte superior de éste, los anillos se encuentran con la médula, ocurriendo comúnmente una disminución en el porcentaje de madera de verano, longitud de traqueidas y espesor de pared celular, lo cual lleva a una disminución del peso específico (Wilkes, 1987).

Al respecto, Zobel et al., (1959) y Ortiz (1964), coinciden con lo señalado por Wilkes y dicen que la magnitud de la caída en peso específico normalmente observada para el fuste a niveles más altos es producida por un rápido descenso en el peso específico de la madera externa para estos niveles de altura, puesto que, por el contrario, el peso específico para madera juvenil aumentó a medida que aumentó la altura en el fuste.

Las tendencias descritas anteriormente, y que de manera general presentan la mayoría de las coníferas, han sido ampliamente demostradas desde los trabajos de Sanio (1873) (Spurr y Hsiung, 1954).

No obstante lo anterior, existen especies de coníferas, principalmente las piceas, en donde el peso específico no disminuye notoriamente con la altura, más bien no varía significativamente o puede aún aumentar con la altura. Esta relación negativa ha sido notada en *Picea glauca* (Hale y Fenson, 1931), *Pinus strobus* (Burger, 1929; Meyer, 1930) y *Picea obovata* (Frandelenburg, 1939; Turnbull, 1942; Jalava, 1945; Olson, Poletika e Hicock, 1947), citados por Spurr y Hsiung (1954).



En nuestro país, Moraga (1995), en un reciente trabajo llevado a cabo en *Picea obovata* determinó idéntico patrón de variación que aquellos encontrados por otros autores en la misma especie.

Por otra parte, Wahlgreen, Hart y Meaglin (1961), obtuvieron similares resultados en *Picea mariana*, *Picea rubens* y *Tsuga canadensis*, en donde determinaron que el peso específico obtenido en los niveles más altos excedía en forma notoria a aquellos encontrados en la parte baja del fuste.

En relación a este comportamiento un tanto anómalo, ya que escapa a la tendencia general encontrada en coníferas, los mismos autores señalan que existe un sinnúmero de posibles explicaciones de por qué ocurre esto en las piceas: La falta de una pronunciada disminución en el porcentaje de madera de verano con la altura en el árbol (el bajo porcentaje de madera de verano tendería a ser constante para todos los niveles de altura); bajo peso específico de la madera de verano por sí; significativamente alto peso específico de la madera de primavera, en el corazón juvenil, comparada con la madera madura; y escasa cantidad de madera libre de nudos entre las ramas en la copa, en árboles maduros que ya han cesado su crecimiento en altura.

Volkent (1941) y Turnbull (1942), ambos citados por Spurr y Hsiung (1954), han mostrado, en forma independiente, que la falta de un gradiente en el peso específico con la altura está asociado a un alto grado de conicidad en los árboles que ellos estudiaron.

En tanto Spurr y Hsiung (1954), señalan que para las Piceas y otras maderas blandas con madera de verano más o menos difusa y considerable conicidad, el peso específico puede no cambiar o más aún incrementar con la altura. Estos resultados, sumados a la observación que los árboles vigorosos, frente a aquellos que presentan tendencia a inclinarse, exponen un menor peso específico, estaría

indicando que el peso específico de la madera ubicada en un punto dado en el árbol es, de alguna manera, una función de la tensión ubicada en la parte superior del fuste.

2.1.2 Longitud de traqueidas . Las traqueidas son el tipo fundamental de células del xilema en Gimnospermas. Es una célula alargada, con extremos cónicos o aguzados, donde se traslapan unas con otras (Desch, 1962). De manera similar a los vasos, las traqueidas están involucradas en el transporte de agua y sales inorgánicas, también desempeñan una actividad mecánica, la de refuerzo y soporte. Las traqueidas son células simples, no hileras de células, tienen paredes secundarias lignificadas y algo engrosadas, llegando a perder sus protoplastos en la madurez, funcionando, por lo tanto, como elementos muertos (Salisbury y Parke, 1968).

En la actualidad la longitud de traqueidas no es un criterio tan importante que determine la calidad de la madera como lo fue hace algunos años. Esta necesidad de fibra larga ha disminuido gracias a los avances tecnológicos en la fabricación del papel, pero sin embargo sigue siendo importante puesto que confiere resistencia a la madera y le da al papel resistencia al rasgado y al doblado (Daniel et al., 1982).

Wilkes, (1987), en tanto, señala que al igual que el peso específico de la madera, la longitud de traqueidas es una de las características que reviste la mayor importancia, puesto que sus dimensiones son un determinante principal de la utilidad de la madera de coníferas, principalmente en la industria de la celulosa y el papel.

Por su parte Scallan y Green (1974), citados por Wilkes (1987), señalan que las propiedades físicas del papel dependen, en gran medida, de las dimensiones de sus fibras constituyentes.

Al respecto González y Vial (1978), citados por González y Molina (1989), señalan que una de las propiedades más importante del papel es su resistencia al rasgado, lo que depende casi exclusivamente del grado de unión entre las fibras. Este grado de unión es mayor a medida que el largo de la traqueidas es mayor, por lo que se desprende que a mayor longitud de traqueidas, habrá una mayor resistencia al rasgado.

La longitud de traqueidas, al igual que el peso específico, está influida por un sinnúmero de factores, sin embargo, el clima, las prácticas silviculturales, genética y, muy generalmente, la tasa de crecimiento, han atraído el interés de los investigadores, por considerarlos como los de mayor importancia. (Wilkes,

1987). Sin embargo, en la práctica es difícil separar el efecto de cada uno, pues existe una fuerte interacción entre ellos.

Cown y Mc Conchie (1980), señalan la importante influencia que ejerce la ubicación geográfica del sitio de crecimiento sobre las características de la madera, estableciendo que la madera producto de distintas regiones tiene un potencial diferente para la fabricación de papel.

Al respecto, Echols (1958) y Winstead (1972), citados por Daniel et al., (1982), coinciden en señalar que, en general, se produce una disminución en la longitud de traqueidas a medida que se avanza de sur a norte. Confirmando lo anterior, Zobel et al., (1959), encontraron diferencias de alrededor de 1 mm. en la longitud promedio de las traqueidas entre rodales de *Pinus taeda* del norte y del sur, en el sureste de Estados Unidos, encontrándose las traqueidas más cortas en el norte.

El régimen hídrico estacional, asociado por cierto a la variable geográfica, es un factor determinante en la longitud de las traqueidas (Harris et al., 1978). El mismo autor señala que el estrés de humedad reduce la longitud de traqueidas, y árboles creciendo bajo condiciones de humedad suplementaria han producido traqueidas más largas que aquellos creciendo bajo condiciones de humedad deficientes.

Por otra parte, numerosos estudios han coincidido en señalar que bajo condiciones de laboratorio la morfología de las traqueidas es influida por el fotoperiodo y la intensidad de la luz (Larson, 1962; Denne, 1974; Smith, 1974; Jenkis et al., 1977; citados por Wilkes, 1987), y la temperatura (Van Buijtenen, 1958; Richardson y Dinwoodie, 1960; Richardson, 1964a; Denne, 1967; citados por Wilkes, 1987).

Así como los factores climáticos, la fertilidad natural del sitio es otro factor importante que puede afectar la longitud de las traqueidas.

Al respecto, Morales (1968), estudiando variación del largo de traqueidas según edad y clase de sitio, en *Pino radiata*, determinó que los buenos sitios poseen árboles con un largo de traqueidas mayor que los árboles creciendo en sitios pobres. De manera opuesta Cown (1980) y Delmastro et al., (1979), citados por Greenhill (1984), señalan que la madera de árboles que crecen en suelos deficientes tienen, generalmente, anillos anuales más delgados, alto porcentaje de madera de verano y traqueidas más largas que los árboles creciendo en suelos fértiles.

Otro factor de importancia que puede provocar cambios en la longitud de las traqueidas se refiere a las prácticas silviculturales.

La influencia del raleo sobre las propiedades de la madera en los árboles residuales depende de muchos factores, entre los que se incluye el espaciamiento inicial, la calidad del sitio, la intensidad y tipo de raleo, la edad y estatus de los árboles previo al tratamiento (Nicholls, 1971). De la misma forma, el efecto de la fertilización depende de las propiedades preexistentes en el suelo (Key et al., 1968; Rudman y Mc Kinell, 1970; Otha, 1981; citados por Wilkes, 1987).

Nicholls (1971), señala que la consecuencia inmediata del raleo es incrementar la cantidad de luz disponible hacia las ramas intermedias, observándose un incremento en la longitud de traqueidas, posterior a la operación de raleo. Sin embargo, más allá de cierta intensidad, no ocurre un aumento adicional razonable en la cantidad de luz, sino que cobraría mayor relevancia la acción del viento sobre los árboles residuales y a consecuencia del fototropismo se conduciría a la formación de madera de compresión y, por lo tanto a una reducción en la longitud de traqueidas. Por otra parte, a la vez que se produce un aumento en la cantidad de luz disponible, producto del raleo, se reduce la competencia por humedad y nutrientes del suelo provocando un aumento en la tasa de crecimiento en diámetro, el cual está asociado con un acortamiento en la longitud de las traqueidas (Dinwoodie, 1963; Larson, 1963; citados por Nicholls, 1971).

En relación con la fertilización, Nicholls (1971), señala que ésta reduce de manera significativa la longitud de traqueidas, y esta reducción en longitud es el resultado del aumento en la tasa de crecimiento radial del árbol, posterior al tratamiento de fertilización.

Reafirmando lo señalado por Nicholls (1971), Harris et al.,(1978), encontraron que las diferencias en longitud de traqueidas entre árboles sometidos a distintas condiciones de nutrientes en el suelo fueron pequeñas e inconsistentes durante los tres primeros años de aplicado el tratamiento, pero a partir del cuarto y quinto año los árboles creciendo en suelos nutricionalmente superiores han, consistentemente, producido traqueidas más cortas que aquellos creciendo bajo condiciones de nutrientes deficientes.

Otro factor que estaría afectando la longitud de traqueidas dice relación con la posición sociológica de los árboles dentro del rodal. Al respecto Mc Millan (1925), citado por Anderson (1951), encontró que los árboles suprimidos tienen un alto porcentaje de traqueidas de corta longitud, comparados con aquellos que se encontraban creciendo libremente. Sin embargo Wellwood (1960), estudiando este factor, señala que la clase de copa, o posición sociológica, tuvo un efecto aparente sobre la longitud de traqueidas. Así, árboles codominantes presentaron traqueidas significativamente más largas que los árboles dominantes o

intermedios, considerando para tal efecto el mismo número de anillos desde la médula.

Con respecto a la tasa de crecimiento, los resultados obtenidos no han sido lo suficientemente claros, existiendo una manifiesta contradicción en lo señalado por uno u otro autor.

Bisset et al., (1951), citado por Nicholls (1971), señala que abruptos incrementos en la tasa de crecimiento tienden a reducir la longitud de traqueidas. De manera coincidente, Bannan (1963, 1964, 1967), citado por Bannan (1968), afirma que la tasa de crecimiento radial es un importante factor que influye en la longitud de las células de la madera, referida a la frecuencia de división anticlinal. En general predomina una relación negativa.

Harris et al., (1978), señalan, de igual forma, que los efectos de distintos tratamientos sobre las propiedades de la madera son un reflejo de la alteración en la tasa de crecimiento. Así, un rápido crecimiento circunferencial requiere una más frecuente división anticlinal en el cambio y este tiende a reducir la longitud de las traqueidas. Consecuentemente, las traqueidas más cortas fueron encontradas en respuesta a un crecimiento vigoroso.

Finalmente Wilkes (1987), señala que, comúnmente, el rápido crecimiento pareciera estar asociado con la mayoría de las características de la madera juvenil, es decir, la proporción de madera de primavera aumenta y la longitud de traqueidas disminuye.

No obstante lo anterior, algunos autores han determinado que la tasa de crecimiento ha resultado ser poco significativa como variable fija explicatoria, al comparar la anatomía de los tejidos del mismo año en árboles de crecimiento lento con árboles de crecimiento rápido (Spurr y Hsiung, 1954; Zobel y Mc Elwe, 1958, Nicholls y Fielding, 1965 y Thor y Bates, 1970; citados por Wilkes, 1987).



Por otra parte, Julio (1964), determinó que la tasa de crecimiento, representada por diferencias de diámetro para una misma edad, pareciera no tener efecto sobre el largo de traqueidas, en Alamo. En tanto Einspar (1972), logró determinar que la longitud de traqueidas en Alamo incrementó en aquellos árboles que se encontraban creciendo rápidamente.

Finalmente, Daniel et al., (1982), señalan que se ha encontrado que si se induce a un pino a crecer más rápido (raleo, fertilización), las traqueidas producidas

durante el periodo de crecimiento rápido son un poco más pequeñas que las formadas durante un periodo de crecimiento normal.

Esta respuesta es hacia un estímulo ambiental repentino o artificial y disminuye gradualmente al cabo de unos pocos años. Dentro de cualquier rodal, la longitud de traqueidas no se correlaciona en esencia con las tasas de crecimiento inherentes de los árboles individuales, haciendo posible de esta manera tener traqueidas más cortas o largas, independiente de si los árboles son genéticamente de crecimiento rápido o lento. Al respecto, Wilkes (1987), señala que la validéz de los métodos usados y/o la aplicabilidad general de los resultados, muchas veces se han puesto en duda debido a que muchos de los estudios han correlacionado tasas de crecimiento con las propiedades de la madera bajo una de las dos condiciones siguientes:

- Los patrones de crecimiento del ancho del anillo con la distancia desde la médula, ligado a la coincidente variación en anatomía.

- El repentino aumento del incremento radial siguiente a la operación silvicultural está relacionado con el correspondiente cambio en la calidad de la madera.

El aumento de las propiedades de la madera después del manejo es un ensayo muy válido de los efectos de la tasa de crecimiento, no obstante, los cambios observados en la anatomía pueden ser considerados como un reflejo de una alteración particular en la relación copa-fuste y no un efecto fijo de la tasa de crecimiento por sí (Larson, 1969; citado por Wilkes, 1987).

Finalmente, otro factor determinante en la longitud de traqueidas es la edad del árbol. Al respecto Einspar (1972), señala que la longitud de traqueidas, al igual que muchas otras propiedades de la madera, parece estar fuertemente determinada por la edad del árbol. Observaciones hechas en pulpa de Alamo, de distinta procedencia, indicaron que la pulpa obtenida de árboles de 5 años tenía fibras más cortas en, aproximadamente, un 40 % que aquella obtenida de árboles de 30 años. Para árboles de 10 años se encontró que la longitud de las fibras estuvo cerca del 80 % de la longitud normal, y para árboles de 15 años la longitud de fibras fue sólo de un 8 a 10 % más cortas que para árboles de 30 años.

Coincidiendo con lo anterior Cown (1980), señala que las características de las células leñosas son fuertemente dependientes de la edad del tejido cambial, para cualquier nivel del tronco.

Se distribuye ampliamente en México y se extiende a las áreas montañosas de Guatemala, en altitudes entre 1200 y 3000 m.s.n.m. Posee valor ornamental y forestal. Existe , además, la variedad benthami, que se caracteriza por tener las últimas ramitas dispuestas en un solo plano (Martínez, 1948; Carnavale, 1955; Rodríguez, 1992; citados por Rodríguez y Rodríguez, 1994). Arbol cultivado y naturalizado en Portugal. Posiblemente, desde este país se le llevó a la India (Martínez, 1955; citado por Rodríguez y Rodríguez, 1994).

Exigencias edafoclimáticas.

No acepta suelos arcillosos, prefiere suelos de textura media, aunque no sean fértiles. Crece también en climas continentales con una pluviometría superior a 800 mm; lugares muy expuestos a nevazones no le son convenientes ya que el peso de la nieve quiebra sus ramas (Rodríguez y Rodríguez, 1994).

Características ecológicas

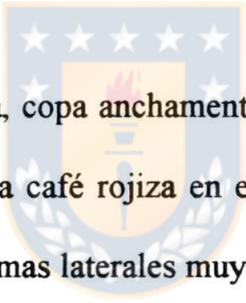
Es una especie intolerante a la luz ; posee excelente regeneración natural desde temprana edad, debido a la precocidad en la producción de semillas y su alta productividad cuando el rodal se encuentra poco denso.

Usos de la madera.

Experiencias realizadas en Chile, con postes provenientes de bosques cultivados en el país, mostraron resistencia a la pudrición. Su madera presenta color y estabilidad excelente al ser usada en la construcción (Rodríguez, 1992; citado por Rodríguez y Rodríguez, 1994).

Cupressus macrocarpa Hartw.

Sinonimia : *Cupressus lambertiana* Carrière.



Arbol de 12 a 20 m de altura, copa anchamente piramidal, tronco a menudo con contrafuertes basales. Corteza café rojiza en ejemplares jóvenes, mas tarde gris clara, gruesa y acanalada. Ramas laterales muy largas, oblicuamente ascendentes, follaje verde oscuro con olor a citronella. Hojas escuamiformes, rómbico aovadas, engrosadas en el ápice, algo mayor a 1 mm de largo. Conos femeninos subglobosos u ovoides, castaño claros ; de 2 a 4 cm de diámetro, compuesto de 8 a 14 escamas provistas de unas cortas apófisis, con unas 20 semillas bajo cada una. Posee las formas fastigiata, copa columnar y la forma lutea, que se caracteriza por su follaje amarillento (Rodríguez, 1992; citado por Rodríguez y Rodríguez, 1994).

Area de distribución natural.

Su rango de distribución natural está restringido a la península de Monterrey, California, y a la isla Guadalupe, frente a la costa de California baja (EE.UU.). Sin embargo, se ha cultivado en Europa desde el siglo pasado como especie ornamental y, sobre todo, en la costa atlántica de clima más cálido, como corta vientos. También en Argentina, en la costa patagónica, se ha introducido para formar cortinas corta viento. Además se cultiva en países africanos, Nueva Zelanda y Australia.



Exigencias edafoclimáticas.

Se adapta a diferentes tipos de suelos, de preferencia de textura media, profundos, frescos, con un subsuelo permeable. En los suelos sueltos las plantas se inclinan con facilidad después de la lluvia y/o vientos fuertes. Soportan el frío y la sequía.

Características ecológicas.

Es una especie intolerante a la luz. Posee excelente regeneración natural. Es una especie muy indicada para el control de erosión y estabilidad de dunas. Muy indicadas para la construcción de corta vientos y setos vivos.

Usos de la madera.

La madera es de buena calidad cuando el árbol ha sido sometido a podas sucesivas. Por ser resistente a la pudrición tiene diversas aplicaciones en la construcción. En el país es muy empleado como cortina corta viento y control de dunas.



Pinus pinaster Ait.

Sinonimia : *Pinus marítima* Poiter

Arbol de 20 a 30 m de altura, copa anchamente cónica. Tronco retorcido de 0.5 a 1.3 m de diámetro. Corteza gris-clara en ejemplares jóvenes, después progresivamente más oscura, gruesa, agrietada profundamente. Hojas aciculares, dispuestas de a 2 en cada braquiblasto, rígidas, bordes ajenados, en ambos lados verde claro, opacas de 10 a 25 cm de largo ; bandas estomáticas no visibles a simple vista ; 2 canales resiníferos marginales. Ramillas glabras. Vaina rugosa, café oscura. Yemas cilíndricas de 1.5 cm de largo, de puntas redondeadas, a

veces cúspidas no resinosas. Conos femeninos solitarios o en grupos de 2 a 4 (7), subsésiles, de 10 a 22 cm de largo por 5 a 8 cm. de diámetro, ovaicónicos, aproximadamente simétricos, en la base ligeramente torcidos. Escamas oblongas de 4 cm. de largo por 1.5 a 2 cm. de ancho, la parte visible romboidal. Semillas de 1 cm. de largo, reproducción por semillas (Parodi, 1959; Rodríguez, 1981; Rodríguez y Rodríguez, 1994).

Area de distribución natural.

Su área de distribución natural corresponde a la región mediterránea, entre Grecia y la costa atlántica de Francia y Portugal, llegando hasta Algeria en al sur. Es una especie arbórea frecuente en la región occidental del mediterráneo, que conforma grandes extensiones boscosas. Ha sido extensivamente plantado en Francia, en la región de Landes y Portugal y una pequeña extensión en las áreas arenosas de Gran Bretaña (Handbook of softwood, 1957, H.M. Stationery Office). Arbol forestal ampliamente cultivado (en especial en Sudáfrica), que se desarrolla bien sobre suelo arenoso (dunas). No presenta mucha resistencia al frío. Apto para reforestación de dunas.

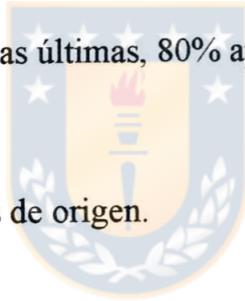
Exigencias edafoclimáticas.

Es muy resistente al frío y a las temperaturas altas en verano y al nivel del suelo en arenas (60°c a 70°c). Es poco exigente en cuanto a calidad y humedad del suelo. En suelos con deficiencias nutricionales su crecimiento es superior al de otras especies.

Características ecológicas.

Es una especie intolerante a la luz. Con regeneración natural excelente, dados sus conos xerotinos que dispersan en forma intermitente las semillas y la alta capacidad germinativa de éstas últimas, 80% aproximadamente.

Usos de la madera en su país de origen.



Resinación, madera para la construcción y cajonería.

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Materiales

El material utilizado en este estudio provino de parcelas experimentales con las especies *Cupressus lusitanica* Mill., *Cupressus macrocarpa* Hartw. y *Pinus pinaster* Ait., establecidas en la Reserva Forestal de Malleco, y consistió en rodela que fueron tomadas a diferentes niveles de altura en cada uno de los tres árboles que representan cada clase diamétrica dentro de la especie.

Los experimentos fueron realizados en el Laboratorio de Productos Forestales, Facultad de Ingeniería, el que dispuso el material y equipos necesarios para llevar a cabo los ensayos.

3.2 Metodología

3.2.1 Tipo de muestreo. Dada las características del rodal (reducido número de individuos y conformando bosque mixto), se realizaron líneas de muestreo de 50 metros de largo, para la especie *Cupressus macrocarpa* Hartw., y parcelas de 500 m² para las especies *Cupressus lusitanica* Mill. y *Pinus pinaster* Ait, determinando el Dap de todos los individuos para confeccionar las respectivas

tablas de rodal, a partir de las cuales se determinó el diámetro medio para cada especie.

3.2.2 Selección de los árboles. Los individuos seleccionados para este estudio corresponden a los mismos ejemplares para los cuales se llevó a cabo el estudio de ensayos mecánicos de la madera, por lo que la selección de éstos se hizo de acuerdo a la metodología recomendada por el INFOR, para determinación de propiedades mecánicas, la cual se especifica en el Informe Técnico N° 84, de 1982. Se seleccionaron, de este modo, un mínimo de tres árboles por especie, debido a la escasa disponibilidad del material requerido. A partir de las líneas de muestreo y parcelas establecidas, se seleccionó un árbol de la clase diamétrica media, uno de la clase inmediatamente inferior y uno de la clase inmediatamente superior a la de la clase diamétrica media.

3.2.3 Obtención de las rodelas. Las alturas consideradas para la obtención de las rodelas fueron determinadas de tal modo que coincidieran, a lo largo del fuste, para cada individuo dentro de la especie, evitando, además, seleccionar rodelas ubicadas en sectores que presentaran problemas, tales como nudos, deformaciones o problemas de sanidad, a fin de evitar una alteración de consideración en los resultados.

Una vez obtenidas las rodela, éstas fueron trasladadas al Laboratorio de Productos Forestales, en donde se procedió a identificarlas y procesarlas, obteniendo así las muestras definitivas, necesarias para llevar a cabo los ensayos.

3.2.4 Obtención de las muestras para ensayos. En cada rodela se trazaron cuatro cuñas opuestas separadas, desde cada una de las cuales se extrajeron dos cuñas más pequeñas, las que fueron divididas en sectores de diez anillos de crecimiento y mezcladas con sus respectivos sectores equivalentes dentro de la rodela, dando origen a dos muestras. Lo anterior permitió determinar:

En la muestra n° 1.



- El Peso específico promedio ponderado y la variación de éste, en sentido radial, en cada rodela.

En la muestra n° 2.

- La longitud y coarseness de traqueidas promedio ponderado y variación de éstos, en sentido radial, en cada rodela. Se consideró para tal efecto el árbol perteneciente a la clase diamétrica media y tres niveles de altura (rodela inferior, media y superior).

3.2.5 Determinación del peso específico. El peso específico de la madera está definido, en el presente trabajo, como el cociente entre el peso seco de una muestra y el peso del respectivo volumen de agua que ella desplaza estando saturada.

El peso del volumen de agua desplazado se obtiene al sumergir la muestra saturada en un recipiente previamente tarado.

El peso seco de la muestra se obtuvo por pesada de dicha muestra, una vez seca en estufa a 105°C, hasta lograr un peso constante. Es importante resaltar que la pesada, posterior a un enfriamiento de la muestra en un secador con cloruro de calcio, se hizo lo más rápido posible.

3.2.6 Determinación de la longitud y coarseness de traqueidas. La metodología seguida estuvo basada en los procedimientos descritos en “TAPPI Test Methods”, volumen n° 1, 1989; publicados por la “Technical Association of the Pulp and Paper Industry”.

Las normas empleadas en este estudio fueron las siguientes:

- Norma TAPPI T 232 cm-85 “Fiber Length of Pulp by Projection”.
- Norma TAPPI T 243 cm-84 “Coarseness of Pulp Fibers”.

Ambas, aunque desarrolladas para la determinación de propiedades papeleras de las pulpas de madera, se han descrito, adaptado y aplicado en numerosos trabajos, entre ellos los llevados a cabo por Julio (1964), Rojas, Pistono y Bluhm (1975).



IV RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Variación del peso específico en relación con la posición en el fuste

Es sabido que el peso específico es una de las propiedades que presenta mayor variación entre árboles, sean éstos de distinta especie o dentro de una misma especie y, más aún, dentro de un mismo árbol (Delmastro et al. ,1979). Dentro de un mismo árbol esta variación está en estrecha relación con la posición radial desde médula a corteza, altura, edad de los anillos de crecimiento y otros factores. En efecto, la variación que experimenta el peso específico dentro de un mismo árbol es , a menudo, mayor que aquella que ocurre entre árboles (Spurr y Hsiung , 1954).

4.1.1 Variación en relación con la posición radial. En relación a la variación con la posición radial, se aprecia en la figura n°1, para *Cupressus lusitanica* Mill., que de acuerdo a las curvas de los valores promedios , existe una clara tendencia al aumento en los valores del peso específico a medida que aumenta la distancia radial desde la médula a la corteza, en los árboles de las clases diamétricas inferior y superior, no así en el árbol de la clase diamétrica media, en donde no se aprecia una tendencia clara seguida por los valores de peso específico.

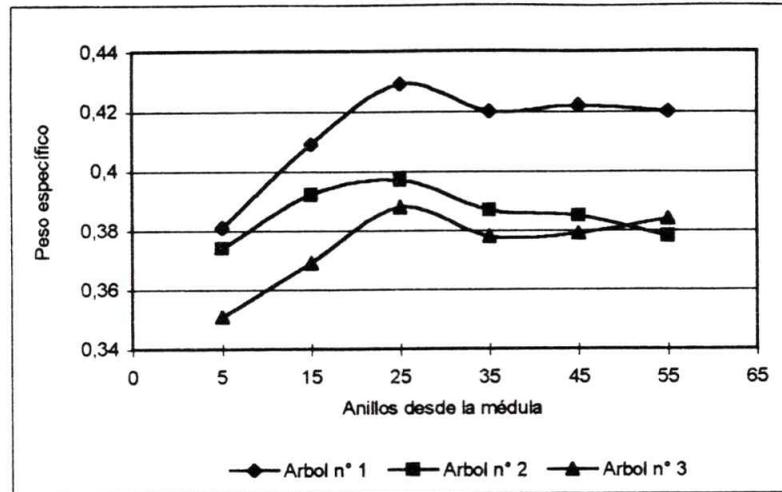


FIGURA N° 1 Variación del peso específico con la distancia radial de médula a corteza en los árboles de las tres clases diamétricas en *Cupressus lusitanica* Mill.

No obstante lo anterior, los valores de peso específico presentan un aumento ininterrumpido en los primeros 25 anillos, en los árboles de las tres clases diamétricas, presentándose en este sector las más altas tasas de cambios, las que disminuyen en magnitud hacia los anillos más externos del fuste. Desde el anillo 25 en adelante dos distintos patrones de variación se hacen presente; Los árboles de las clases diamétricas inferior y superior adoptan similar patrón de variación, que se traduce en una disminución en los valores del peso específico hasta el anillo 35, aumentando levemente o manteniéndose aproximadamente constante hasta el anillo 55.

Por otra parte, el árbol de la clase diamétrica media muestra una tendencia clara hacia una disminución en los valores del peso específico, desde el anillo 25, y que se extiende hasta el anillo 55.

Para los árboles de las tres clases diamétricas, los valores mínimos de peso específico promedio se presentaron en el sector más cercano a la médula, anillo 5, y se hallaron comprendidos entre 0,351 y 0,381, mientras que los valores máximos se presentaron en el anillo 25, hallándose valores comprendidos entre 0,388 y 0,429 (tabla n° 1).

TABLA N° 1 VARIACION DEL PESO ESPECIFICO PROMEDIO CON LA DISTANCIA RADIAL DE MEDULA A CORTEZA EN LOS ARBOLES DE LAS TRES CLASES DIAMETRICAS, EN CUPRESSUS LUSITANICA MILL.

Anillos desde la médula	Arbol n° 1	Arbol n° 2	Arbol n° 3
5	0,381	0,374	0,351
15	0,409	0,392	0,369
25	0,429	0,397	0,388
35	0,420	0,387	0,378
45	0,422	0,385	0,379
55	0,420	0,378	0,384

Es de importancia destacar, además, el hecho de que para todos y cada uno de los anillos, de médula a corteza, los valores de peso específico, en el árbol de la clase diamétrica inferior, son considerablemente mayores a aquellos encontrados en los árboles de las clases diamétricas media y superior, diferencia que queda de manifiesto a partir del anillo 25 en adelante. Tales diferencias oscilan entre 0,032 y 0,042, en el anillo 25 y 55, respectivamente, si se compara con los valores de árbol de la clase diamétrica media. Esta diferencia es aún mayor si se le compara con los valores obtenidos en el árbol de la clase diamétrica superior (figura n° 1). Entre los árboles de las clases diamétricas media y superior, los valores del primero son, también, levemente superiores a los valores del segundo, con la excepción del anillo 55, en donde esta situación se invierte en favor del segundo. Las mayores diferencias entre ambos se presentan en los anillos 5 y 15, encontrándose valores igual a 0,023, en ambos casos (tabla n° 1).

La importancia de estas observaciones se relaciona con el hecho de que, aún cuando los individuos presentan la misma edad, las diferencias en la tasa de crecimiento que presentan, de ahí las diferencias en diámetro, darían razón suficiente para pensar que ésta estaría influyendo, inequívocamente, sobre el peso específico de la madera, originando las diferencias antes señaladas. Estas observaciones no hacen más que ratificar lo señalado por algunos autores en un

sinnúmero de trabajos sobre el tema, entre ellos los llevados a cabo por Nicholls y Fielding (1965), Nicholls (1971) y González (1987).

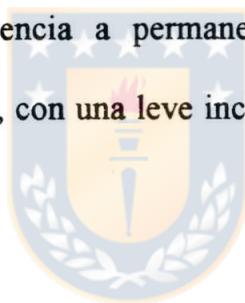
En relación con la variabilidad de los valores respecto de los valores medios, ésta se distribuye en forma irregular a través de la distancia radial, especialmente en los árboles de las clases diamétricas inferior y superior (apéndice B, figuras n°s 1A y 1C). En el primero se distinguen dos rangos de variabilidad; Uno, en donde se encuentran valores comprendidos entre 0,012 y 0,016, y otro, en donde se encuentran valores comprendidos entre 0,029 y 0,042. En el árbol de clase diamétrica superior los rangos de variabilidad se hallan comprendidos entre 0,021 y 0,048 (apéndice A, tabla n° 1A).

Finalmente, en el árbol de clase diamétrica media también existe una irregular distribución de la variabilidad a través de la distancia radial, con una leve tendencia a ser menor en los anillos más externos del fuste (apéndice B, figura n°1B). Los rangos de variabilidad se hallaron comprendidos entre 0,016 y 0,038, (apéndice A, tabla n° 1A), este último situado en el anillo en donde se registró el mayor valor del peso específico promedio.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, en *Cupressus lusitanica* Mill., especialmente en dos de los tres árboles estudiados, dan cuenta del alto grado de

similitud con lo encontrado y señalado por otros autores en similares trabajos, en diferentes especies de coníferas, en el sentido que el peso específico aumenta con la distancia radial desde médula a corteza, siendo este aumento, además, muy pronunciado alrededor de los primeros 12 a 15 anillos de crecimiento (Morales, 1968; Alfaro y Moreno, 1974; Cown and Mc Conchie, 1980 y Daniel et al., 1982)

De la figura n° 2, para *Cupressus macrocarpa* Hartw, se desprende que en los árboles de las clases diamétricas media y superior los valores promedios de peso específico siguen una tendencia a permanecer, aproximadamente, constante alrededor de un valor central, con una leve inclinación al descenso en el árbol de la clase diamétrica media.



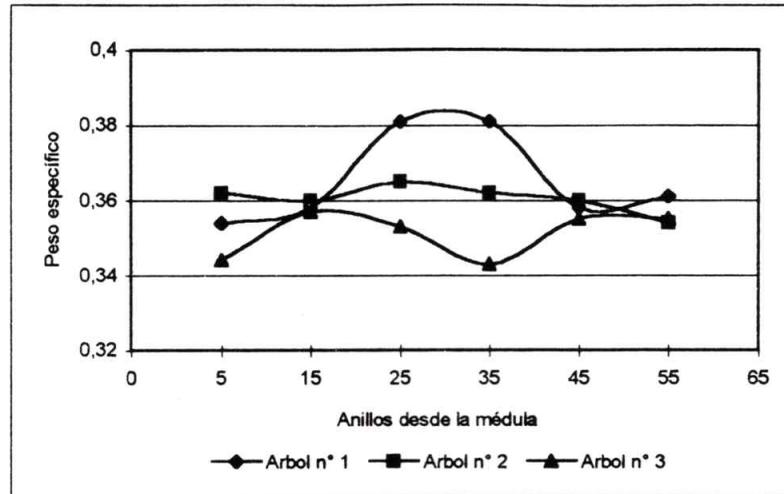


FIGURA N° 2 Variación del peso específico con la distancia radial de médula a corteza en los árboles de las tres clases diamétricas en *Cupressus macrocarpa* Hartw.

Los valores de peso específico, en cada caso, se hallaron comprendidos entre 0,354 y 0,365, en el árbol de la clase diamétrica media, en tanto que en el árbol de la clase diamétrica superior éstos se hallaron comprendidos entre 0,343 y 0,357 (tabla n° 2).

TABLA N° 2 VARIACION DEL PESO ESPECIFICO PROMEDIO CON LA DISTANCIA RADIAL DE MEDULA A CORTEZA EN LOS ARBOLES DE LAS TRES CLASES DIAMETRICAS, EN CUPRESSUS MACROCARPA HARTW.

Anillos desde la médula	Arbol n° 1	Arbol n° 2	Arbol n° 3
5	0,354	0,362	0,344
15	0,358	0,360	0,357
25	0,381	0,365	0,353
35	0,381	0,362	0,343
45	0,358	0,360	0,355
55	0,361	0,354	0,355

Por otra parte, en el árbol de la clase diamétrica inferior no se encontró una tendencia definida seguida por los valores de peso específico, presentando, en su mayoría, valores comprendidos entre 0,354 y 0,361, con excepción de los anillos 25 y 35, en donde ocurre un desmesurado incremento en los valores del peso específico, alcanzando éstos a los 0,381, en ambos casos (tabla n° 2).

En relación con la variabilidad, ésta se distribuye en forma aproximadamente homogénea desde médula a corteza, en los árboles de las clases diamétricas

inferior y superior, (apéndice B, figuras n°s 2A y 2C), situación que se manifiesta con mayor claridad en este último. En estos casos, los valores de la variabilidad se hallaron comprendidos entre 0,026 y 0,041, en el árbol de la clase diamétrica inferior, y entre 0,041 y 0,061, en el árbol de la clase diamétrica superior (apéndice A, tabla n° 2A).

En el árbol de la clase diamétrica media, sin embargo, la variabilidad se distribuye en forma irregular desde médula a corteza, (apéndice B, figura 2B), hallándose valores comprendidos entre 0,024 y 0,061 (apéndice A, tabla n° 2A).

A pesar de que en esta especie no existe una tendencia clara seguida por los valores de peso específico con la distancia radial de médula a corteza, se presenta igual situación que en *Cupressus lusitanica* Mill., en el sentido en que en los árboles de menores diámetros los valores de peso específico son levemente superiores que en aquellos de diámetros mayores. Esta situación se aprecia con mayor claridad entre los árboles de las clases diamétricas media y superior, y en menor grado entre el árbol de la clase diamétrica inferior y los restantes (figura n° 2).

En *Pinus pinaster* Ait, en tanto, la variación en los valores de peso específico promedio según la distancia radial, describen dos patrones de variación bien definidos; Por un lado, idéntico patrón de variación es seguido por los árboles de las clases diamétricas media y superior (figura nº 3).

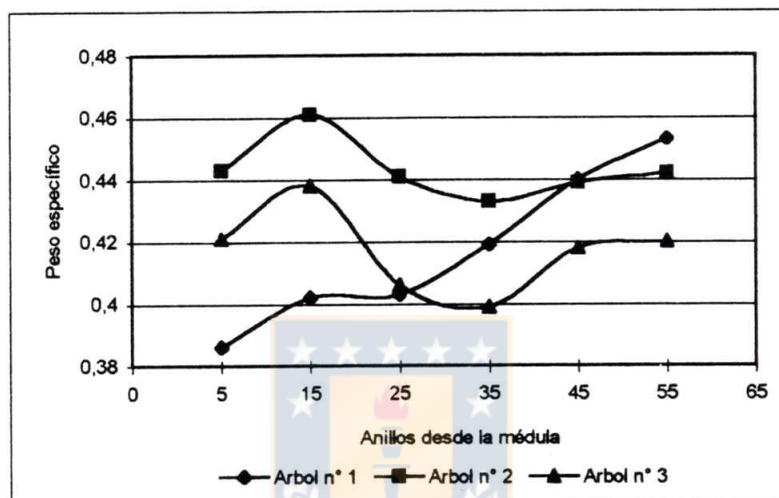


FIGURA Nº 3 Variación del peso específico con la distancia radial de médula a corteza en los árboles de las tres clases diamétricas en *Pinus pinaster* Ait.

Este patrón de variación se traduce en que a partir del anillo 5, y hasta el anillo 15, el peso específico aumenta, alcanzando sus máximos valores, 0,438 y 0,461, para los árboles de las clases diamétricas superior y media, respectivamente. Desde aquí, y hasta el anillo 35, el peso específico disminuye, alcanzando sus mínimos valores, 0,399 y 0,432, para las clases diamétricas superior y media,

respectivamente. Finalmente, el peso específico registra un aumento hasta el anillo 55, en las dos clases diamétricas (tabla n° 3).

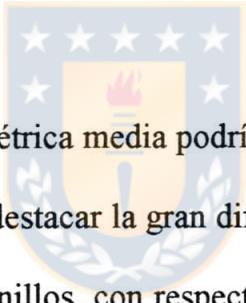
TABLA N° 3 VARIACION DEL PESO ESPECIFICO PROMEDIO CON LA DISTANCIA RADIAL DE MEDULA A CORTEZA EN LOS ARBOLES DE LAS TRES CLASES DIAMETRICAS, EN PINUS PINASTER AIT.

Anillos desde la médula	Arbol n° 1	Arbol n° 2	Arbol n° 3
5	0,386	0,443	0,421
15	0,402	0,461	0,438
25	0,403	0,441	0,406
35	0,419	0,433	0,399
45	0,440	0,439	0,418
55	0,453	0,442	0,420

Distinta es la situación que se presenta en el árbol de la clase diamétrica inferior, en donde se aprecia una clara tendencia al aumento en los valores del peso específico a medida que aumenta la distancia radial desde médula a corteza (figura n° 3). De acuerdo con lo anterior, el menor valor de peso específico fue encontrado en el sector más cercano a la médula, anillo 5, y fue de 0,386,

mientras que el mayor valor fue registrado en el sector más externo del fuste, anillo 55, y fue de 0,453 (tabla n° 3).

Al analizar la variabilidad de los valores obtenidos, es importante destacar algunas tendencias bien definidas. Por un lado, la variabilidad obtenida en el árbol de la clase diamétrica inferior muestra una clara tendencia a disminuir a medida que aumenta la distancia radial desde médula a corteza, (apéndice B, figura n° 3A), con un valor máximo de 0,094 en el anillo 5 y un mínimo, igual a 0,014, en el anillo 55 (apéndice A, tabla n° 3A).



En el árbol de la clase diamétrica media podría asumirse el mismo patrón anterior, sin embargo es importante destacar la gran diferencia que existe en la variabilidad dentro de los primeros 25 anillos, con respecto a los restantes (apéndice B, figura n° 3B). De este modo, la mayor variabilidad se presentó en el anillo 15, con un valor de 0,152, mientras que el menor valor fue de 0,036 y se presentó en el anillo 55 (apéndice A, tabla n° 3A).

Finalmente, en el árbol de la clase diamétrica superior, la variabilidad no presenta grandes diferencias a medida que aumenta la distancia radial desde médula a corteza, (apéndice B, figura n° 3C), encontrándose valores comprendidos entre

0,050 y 0,064, a excepción del anillo 45, en donde la variabilidad registra su menor valor, 0,031 (apéndice A, tabla n° 3A).

Los resultados obtenidos para esta especie, en dos de los tres árboles estudiados, dista en gran parte de lo encontrado en la literatura en otras especies de pináceas estudiadas, tanto en nuestro país como en el extranjero.

Este comportamiento, un tanto anómalo, ya que escapa a la tendencia general encontrada en coníferas, seguido por dos de los tres árboles de la especie, especialmente en los primeros 25 anillos, podría asociarse con alguna modificación en las condiciones de desarrollo, producto de una alteración de carácter ambiental y que modifica las características normales de crecimiento, provocando, en definitiva, una alteración en las propiedades de la madera.

4.1.2 Variación en relación con la altura en el árbol. Ha sido largamente reconocido, desde los trabajos de Duhanel du Monceau (1780), citado por Spurr y Hsiung (1954) que, para la mayoría de las coníferas, el peso específico disminuye a medida que aumenta la altura a lo largo del fuste. De acuerdo a los mismos autores, esta tendencia ha sido ampliamente demostrada desde los trabajos de Sanio (1873) para un gran número de pinos, tsugas, pinos oregón y otras coníferas. Sin embargo, y a la luz de los resultados obtenidos en el

presente trabajo, no todas las coníferas parecieran presentar este mismo patrón de variación con la altura, como lo demuestran los trabajos llevados a cabo por Wahlgren, Hart y Maeglin (1961).

La excepción a la regla general encontrada en coníferas, esto es que el peso específico disminuye con la altura en el árbol, la constituyen, en el presente trabajo, las especies *Cupressus lusitánica* Mill. y *Cupressus macrocarpa* Hartw., como se discute a continuación.

La variación seguida por los valores de peso específico promedio, en *Cupressus lusitánica* Mill muestra idéntica tendencia seguida por los árboles de las clases diamétricas inferior y media, en el sentido en que en ambos la curva de los valores de peso específico se mantiene, aproximadamente, constante, no existiendo variación de consideración entre sus valores extremos (figura n° 4).

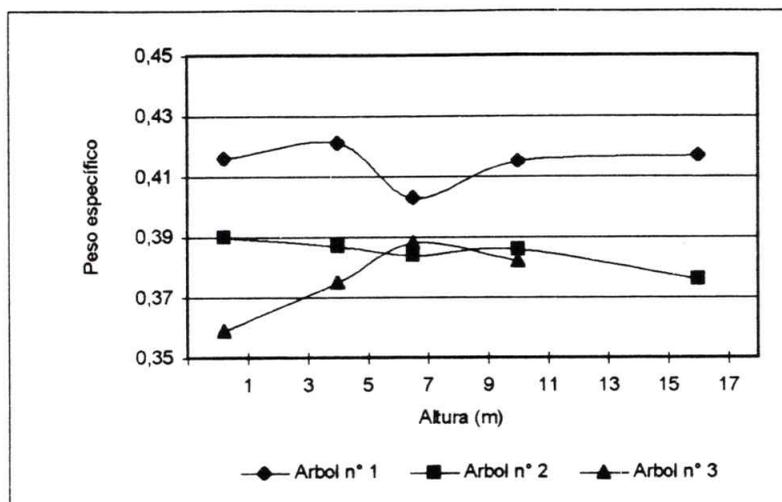


FIGURA N° 4 Variación del peso específico con la altura en el fuste en los árboles de las tres clases diamétricas en *Cupressus lusitanica* Mill.

De acuerdo a ésto, los valores de peso específico para el árbol de la clase diamétrica inferior se hallaron comprendidos entre 0,403 y 0,421, en tanto que para el árbol de la clase diamétrica media los valores se hallaron comprendidos entre 0,376 y 0,390 (tabla n° 4).

TABLA N° 4 VARIACION DEL PESO ESPECIFICO CON LA ALTURA EN EL FUSTE EN LOS ARBOLES DE LAS TRES CLASES DIAMETRICAS, EN CUPRESSUS LUSITANICA MILL.

Altura (m.)	Arbol n° 1	Arbol n° 2	Arbol n° 3
0,2	0,416	0,390	0,359
4,0	0,421	0,387	0,375
6,5	0,403	0,384	0,388
10,0	0,415	0,386	0,382
16,0	0,417	0,376	-

Por otro lado, el árbol de clase diamétrica superior muestra una clara tendencia al aumento en los valores de peso específico promedio a medida que aumenta la altura, desde 0,2 hasta 6,5 metros, luego disminuye hacia 10,0 metros (figura n° 4). De acuerdo a ello, el menor valor de peso específico se presentó a una altura de 0,2 metros y fue de 0,395, en tanto que el mayor valor se presentó a 6,5 metros y fue de 0,388 (tabla n° 4).

En relación con la variabilidad respecto de los valores medios, ésta se distribuye en forma bastante irregular a lo largo de la altura en el árbol, sin embargo se aprecia una leve tendencia, de ésta, a ser mayor en los 4,0 y 6,5 metros, en los

árboles de las tres clases diamétricas (apéndice B, figuras n°s 4A, 4B y 4C). En tales casos, los valores se hallaron comprendidos entre 0,044 y 0,060, mientras que, no existiendo mayor diferencia en algunos casos, los menores valores de variabilidad se presentaron en las alturas extremas, hallándose valores comprendidos entre 0,025 y 0,048 (apéndice A, tabla n° 4A).

De la figura n° 5, para *Cupressus macrocarpa* Hartw., se desprende que existe una clara tendencia al aumento en los valores del peso específico promedio a medida que aumenta la altura en el árbol, desde 0,2 hasta 16,0 metros, en los árboles de las clases diamétricas inferior y superior. En el árbol de la clase diamétrica media, sin embargo, no se aprecia una tendencia clara a medida que aumenta la altura en el árbol, ya que los valores descienden desde 0,2 hasta 10,0 metros y luego aumentan hasta los 16,0 metros.

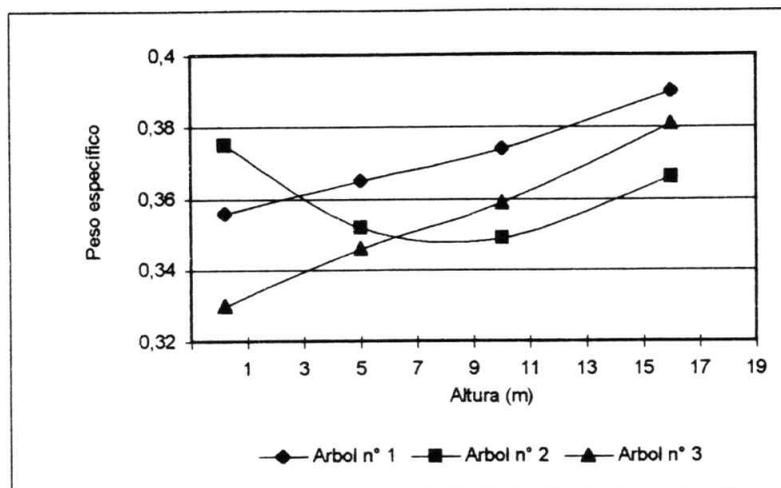


FIGURA N° 5 Variación del peso específico con la altura en el fuste en los árboles de las tres clases diamétricas en *Cupressus macrocarpa* Hartw.

En relación con los valores extremos encontrados, los mínimos valores de peso específico se presentaron a la altura de 0,2 metros, en los árboles de las clases diamétricas superior e inferior, siendo éstos igual a 0,330 y 0,356, respectivamente. Los valores máximos, en tanto, se presentaron, consecuentemente, a una altura de 16,0 metros, siendo iguales a 0,381 y 0,390, para las clases diamétricas superior e inferior, respectivamente (tabla n° 5).

TABLA N° 5 VARIACION DEL PESO ESPECIFICO PROMEDIO CON LA ALTURA EN LOS ARBOLES DE LAS TRES CLASES DIA - METRICAS, EN CUPRESSUS MACROCARPA HARTW.

Altura (m)	Arbol n° 1	Arbol n° 2	Arbol n° 3
0,2	0,356	0,375	0,330
5,0	0,365	0,352	0,346
10,0	0,374	0,349	0,359
16,0	0,390	0,366	0,381

En el árbol de la clase diamétrica media, el mínimo valor de peso específico se presentó a los 10,0 metros , siendo igual a 0,349, en tanto que el mayor valor se registró a 0,2 metros, y fue de 0,375 (tabla n° 5).

Respecto de la variabilidad de los valores obtenidos, y como nos lo muestra la figura n° 5A (apéndice B), ésta se distribuye en forma bastante homogénea a lo largo de su altura, en el árbol de la clase diamétrica inferior, oscilando sus valores entre 0,028 y 0,035 (apéndice A, tabla n° 5A).

En el árbol de clase diamétrica superior, (apéndice B figura n° 5C), la variabilidad se distribuye en forma aproximadamente homogénea a lo largo de la

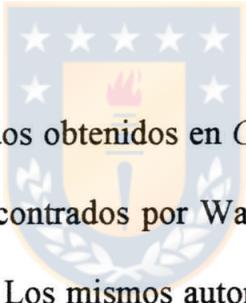
altura en el árbol, con la excepción de la altura a 5,0 metros, en donde adquiere su mínimo valor, 0,009. Para las alturas restantes, la variabilidad se encuentra comprendida entre 0,017 y 0,027 (apéndice A, tabla n° 5A).

Finalmente, en el árbol de clase diamétrica media, (apéndice B figura n° 5B), la variabilidad se distribuye en forma irregular a través de su altura, presentando sus mayores valores, 0,038 y 0,041, en aquellas alturas en donde se registró el mayor y menor valor del peso específico promedio, respectivamente. En las restantes alturas la variabilidad registrada fue de 0,02 y 0,027 (apéndice A, tabla n° 5A).

Al analizar el comportamiento seguido por los valores de peso específico, en *Cupressus lusitanica* Mill. y *Cupressus macrocarpa* Hartw., podría pensarse en cierta anomalía, ya que escapan a la tendencia general encontrada en coníferas, especialmente la especie *Cupressus macrocarpa* Hartw. Sin embargo, existe coincidencia con otros trabajos similares en el sentido en que el peso específico muchas veces no disminuye con la altura en el árbol, más aún puede mantenerse constante o aumentar considerablemente. Tal es el caso de los trabajos llevados a cabo por Wahlgreen, Hart y Maeglin (1961), en *Picea mariana*, *Picea obovata* y *Tsuga canadensis*; Hale y Fenson (1931), en *Picea glauca*, Burger (1929), Meyer (1930), en *Pinus strobus* y Frandelenburg (1939), Turnbull (1942), Jalava (1945),

Olson, Poletika e Hicock (1947), en *Picea obovata*, todos citados por Spurr y Hsiung (1954); y Moraga (1995), también en *Picea obovata*.

Al respecto, Volkent (1941) y Turnbull (1942); citados por Spurr y Hsiung (1954), mostraron, en forma independiente, que la falta de un gradiente en los valores de peso específico con la altura en el árbol estuvo asociado al alto grado de conicidad presente en las especies que ellos estudiaron. Sin embargo, tal grado de conicidad no fue evidente en los individuos estudiados en el presente trabajo, en la especie *Cupressus lusitanica* Mill.



En relación con los resultados obtenidos en *Cupressus macrocarpa* Hartw., éstos son similares a aquellos encontrados por Wahlgreen, Hart y Maeglin (1961), en otras especies de coníferas. Los mismos autores señalan que existe un sinnúmero de posibles explicaciones de por qué ocurre esto. Sin embargo, y a la luz de los resultados obtenidos en el presente trabajo, dos parecieran ser las razones más evidentes que explican tal comportamiento.

Por un lado, existiría, de manera significativa, un alto peso específico en las partes más altas del fuste debido a la escasa proporción de madera libre de nudos entre las ramas, en la copa de estos árboles, debido a la menor distancia entre

verticilos. Esta situación es típica en árboles maduros que ya han cesado su crecimiento en altura

Finalmente, la otra razón de porqué aumenta el peso específico con la altura en el fuste, se debería al hecho de que la madera ubicada en el extremo superior de éste se forma bajo una tensión muy marcada, producto de la acción del viento, agua, nieve, etc. (Julio, 1964). Esta situación induce a la formación de madera de reacción, en coníferas llamada madera de compresión, y que es, en definitiva, responsable de las alteraciones en las propiedades de la madera en las partes más altas del fuste. Al respecto Low (1964), citado por Zobel y Talbert (1990), señala que la madera de compresión presenta traqueidas más cortas y un mayor peso específico, si se compara con la madera normal presente en el mismo árbol.

La variación del peso específico según la altura en el árbol, en *Pinus pinaster* Ait. nos muestra que, para los árboles de las clases diamétricas inferior y media, los valores de peso específico promedio disminuyen a medida que aumenta la altura en el árbol, desde 0,2 hasta 20,0 metros. En el árbol de la clase diamétrica superior, en cambio, no se observa una tendencia definida seguida por los valores del peso específico. En tal caso, el peso específico disminuye desde 0,2 hasta 10,0 metros, posteriormente ocurre un aumento hacia los 20,0 metros (figura nº 6).

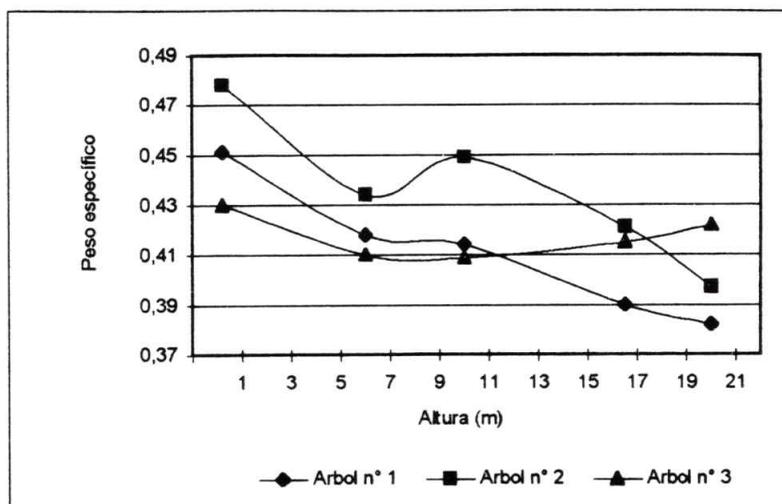


FIGURA N° 6 Variación del peso específico con la altura en el fuste en los árboles de las tres clases diamétricas en *Pinus pinaster* Ait.

En los árboles de las tres clases diamétricas, los mayores valores se presentaron a una altura de 0,2 metros, hallándose valores comprendidos entre 0,430 y 0,478 (tabla n° 6).

TABLA N° 6 VARIACION DEL PESO ESPECIFICO PROMEDIO CON LA ALTURA EN LOS ARBOLES DE LAS TRES CLASES DIAMÉTRICAS, EN PINUS PINASTER AIT.

Altura (m)	Arbol n° 1	Arbol n° 2	Arbol n° 3
0,2	0,451	0,478	0,430
6,0	0,418	0,434	0,410
10,0	0,414	0,449	0,409
16,0	0,390	0,421	0,415
20,0	0,382	0,397	0,422

Los mínimos valores, en tanto, se presentaron a una altura de 20,0 metros, en los árboles de las clases diamétricas inferior y media, siendo éstos de 0,382 y 0,397, respectivamente. En el árbol de la clase diamétrica superior, el menor valor de peso específico se presentó a una altura de 10,0 metros, y fue de 0,409 (tabla n° 6).

En cuanto a la variabilidad de los valores obtenidos, ésta se distribuye en forma irregular a lo largo de la altura del árbol, en las tres clases diamétricas (apéndice B, figuras n° 6A, 6B y 6C). Además, pueden distinguirse claramente dos rangos de variabilidad bien definidos, en cada clase diamétrica; Un rango de baja variabilidad, que se distribuye en forma irregular a través de su altura, en el que se encuentran valores comprendidos entre 0,034 y 0,044 y otro rango de alta variabilidad, en el que se encuentran valores comprendidos entre 0,064 y 0,079 , considerando los árboles de las tres clases diamétricas, (apéndice A, tabla n° 6A).

Estos resultados obtenidos en *Pinus pinaster* Ait., en dos de los tres árboles estudiados, coinciden con aquellos encontrados por otros autores en similares trabajos, en relación a que el peso específico varía en forma inversa con la altura en el árbol. Tales son los trabajos llevados a cabo por Chidester, Bray y Currant (1939); citados por Spurr y Hsiung (1954), en *Pinus banksiana*, con individuos de 48 años de edad, por Zobel, Webb y Henson (1959), en *Pinus taeda* y *Pinus*

elliotti, con individuos de, entre 15 y más de 50 años de edad, y por Cown (1981), en pinus caribaea, con individuos de, entre 8 y 25 años de edad.

Este patrón de variación del peso específico con la altura en el fuste se explica por el hecho de existir un corazón de madera juvenil, de bajo peso específico, en la forma de un cilindro interno en el centro del fuste, y que se extiende desde la base del árbol hasta la copa. El resultado es que las partes más altas del fuste constan, principalmente, de este cilindro interno o madera juvenil, presentando, por lo tanto, un bajo peso específico, comparado con los sectores más bajos del mismo árbol (Desch, 1962 ; Stern 1963 y Zobel et al.1972 ; citados por Zobel y Talbert , 1990).



4.2 Variación de la longitud de traqueidas en relación con la posición en el fuste.

4.2.1 Variación en relación con la posición radial. El estudio de variación de longitud de traqueidas, en las tres especies bajo estudio, muestra en forma clara que la longitud promedio de traqueidas aumenta a medida que aumenta la distancia radial (número de anillos desde la médula), como lo muestra la figura n° 7. Este patrón de variación se caracteriza por exhibir un rápido incremento en la longitud de traqueidas en los primeros 25 anillos, en cuyos casos los porcentajes de variación oscilan entre un 8 y un 26 %, seguido por una reducida tasa de incremento de allí en adelante, siendo en ningún caso superior al 4 %. Tal

comportamiento ha sido señalado en un sinnúmero de trabajos anteriores, tales como los llevados a cabo por Bethel (1940), citado por Zobel, Weebs y Henson (1959); Anderson (1951), Jackson (1959) y por Cown y Mc Conchie (1980).

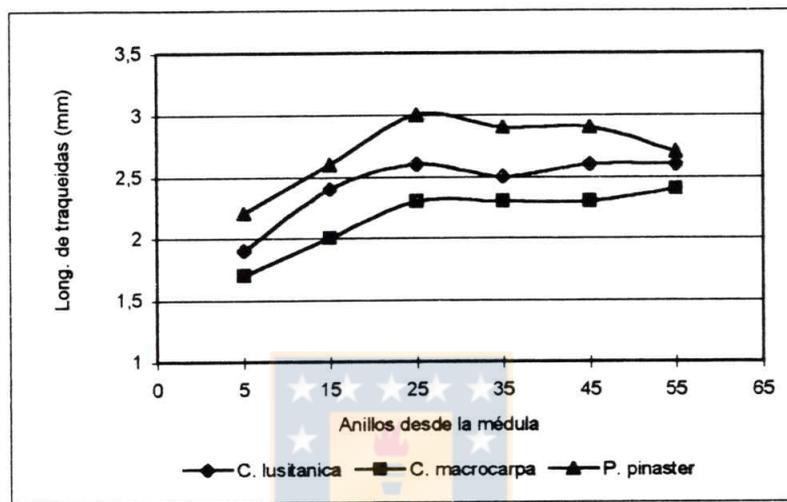


FIGURA N° 7 Variación de la longitud promedio de traqueidas (mm) con la distancia radial de médula a corteza en las tres especies estudiadas.

En relación a los valores extremos encontrados, las máximas longitudes promedios de traqueidas, comprendidas entre 2.4 y 2.6 mm, se presentaron en el anillo 55, en *Cupressus macrocarpa* Hartw. y en los anillos 25 , 45 y 55 en *Cupressus lusitanica* Mill., en tanto que para *Pinus pinaster* Ait. la longitud de traqueidas máxima, 3,0 mm, es alcanzada en el anillo 25. Por otro lado, las traqueidas más cortas, con un rango de longitud de 1.7 a 2.2 mm, fueron

encontradas en los sectores más cercanos a la médula, anillo 5, para las tres especies bajo estudio (tabla n° 7).

TABLA N° 7 VARIACION DE LA LONGITUD PROMEDIO DE TRAQUEIDA (mm) CON LA DISTANCIA RADIAL DE MEDULA A CORTEZA EN LAS TRES ESPECIES ESTUDIADAS.

Anillos desde la médula	Cupressus lusitanica	Cupressus macrocarpa	Pinus pinaster
5	1,9	1,7	2,2
15	2,4	2,0	2,6
25	2,6	2,3	3,0
35	2,5	2,3	2,9
45	2,6	2,3	2,9
55	2,6	2,4	2,7

De la tabla n° 7, (apéndice A), se desprende que esta tendencia seguida por los valores promedios de longitud de traqueidas se presenta de igual forma, para los distintos niveles de altura considerado a lo largo del árbol , situación que concuerda con lo establecido por Anderson (1951), estudiando variación en longitud de traqueidas de médula a corteza en *Abies concolor*, *Abies procera* y *Pseudotsuga taxifolia*, y por Wilkes (1987).

En relación con la variabilidad de los valores encontrados, se observa en la figura n° 7A, (apéndice B), para *Cupressus lusitanica* Mill., que ésta aumenta a medida que aumenta la distancia radial de médula a corteza, presentándose la mayor variabilidad en los anillos más externos del fuste, anillos 45 y 55. Por otro lado, la menor variabilidad se presentó en el anillo 15, no existiendo, sin embargo, mayores diferencias dentro de los primeros 35 anillos, en cuyos casos se encontraron valores comprendidos entre 0,3 y 0,5 mm (apéndice A, tabla n° 7A). En *Cupressus macrocarpa* Hartw., en tanto, la variabilidad se distribuye en forma bastante homogénea a lo largo de la distancia radial (apéndice B, figura n° 7B). En tal caso, se encontraron valores de variabilidad comprendidos entre 0,4 y 0,7 mm, con excepción del anillo 35, en donde la variabilidad fue mínima, con un valor de 0,1 mm (apéndice A, tabla n° 7A).

Finalmente, en *Pinus pinaster* Ait., se observa que la variabilidad se distribuye en forma un tanto irregular, a medida que aumenta la distancia radial de médula a corteza (apéndice B, figura n° 7C). No obstante lo anterior, se aprecia en forma notoria que, coincidentemente, los mayores valores de variabilidad se presentaron en aquellos anillos en donde se alcanzan las mayores longitudes promedios de traqueidas, hallándose valores comprendidos entre 0,9 y 1,1 mm. Por otro lado, los menores valores de variabilidad se presentaron en los anillos extremos, anillos

5, 15 y 55, encontrándose éstos comprendidos entre 0,4 y 0,6 mm (apéndice A, tabla n° 7A).

4.2.2 Variación en relación con la altura en el árbol. Las variaciones según la altura en el árbol revelan que la longitud promedio de traqueidas aumenta desde la base de éste hasta una cierta altura, 10,0 metros, para luego disminuir hacia las partes más altas, situación que se aprecia claramente en los valores obtenidos en tabla n° 8, en *Cupressus lusitánica* Mill. y *Cupressus macrocarpa* Hartw., no así en *Pinus pinaster* Ait., en donde ocurre un aumento ininterrumpido en los valores de longitud de traqueidas a medida que aumenta la altura en el árbol (figura n° 8).

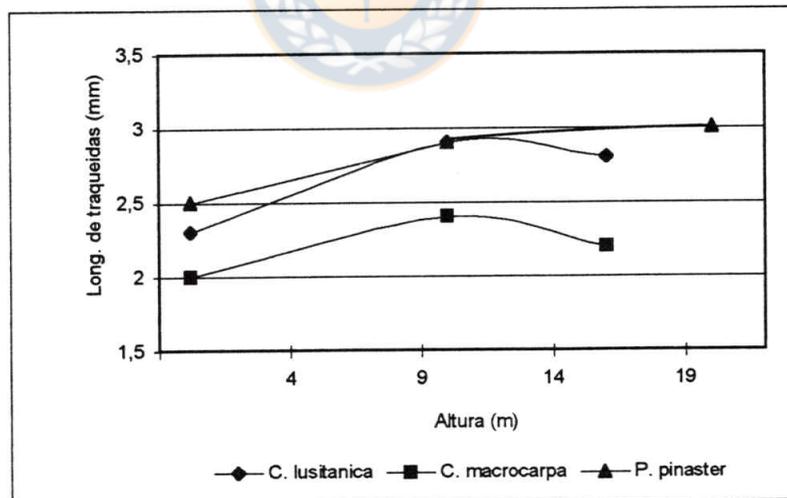


FIGURA N° 8 Variación de la longitud promedio de traqueidas (mm) con la altura en el árbol en las tres especies estudiadas.

En relación a los valores mínimos de longitud promedio de traqueidas, éstos se presentaron, en las tres especies, en la rodela basal, situada a 0,2 metros de altura, encontrándose valores comprendidos entre 2,0 y 2,5 mm. Por otra parte, las traqueidas más largas se presentaron a una altura de 10,0 metros, en *Cupressus lusitanica* Mill. y *Cupressus macrocarpa* Hartw., encontrándose valores comprendidos entre 2,4 y 2,9 mm. En *Pinus pinaster* Ait., en tanto, las traqueidas más largas fueron encontradas a una altura de 20,0 metros, alcanzando éstas una longitud de 3,0 mm (tabla n° 8).

TABLA N° 8 VARIACION DE LA LONGITUD PROMEDIO DE TRAQUEIDA (mm) CON LA ALTURA EN EL ARBOL EN LAS TRES ESPECIES ESTUDIADAS.

Altura (m)	<i>Cupressus lusitanica</i>	<i>Cupressus macrocarpa</i>	<i>Pinus pinaster</i>
0.2	2.3	2.0	2.5
10,0	2.9	2.4	2.9
16,0	2.8	2.2	
20,0			3.0

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, para *Cupressus lusitanica* Mill. y *Cupressus macrocarpa* Hartw., ratifican, en gran medida, lo encontrado y señalado por otros autores en similares trabajos, en relación a que la longitud de traqueidas aumenta con la altura en el árbol, hasta alcanzar un valor máximo y luego disminuye hacia las partes más altas de éste ; tales son los trabajos llevados a cabo por Anderson (1951), Jackson (1959), Wellwood (1960) y Wheeler, Zobel y Weeks (1966).

Por otra parte, Kribs (1928), citado por Anderson (1951), encontró, para *Pinus banksiana*, que la longitud de traqueidas algunas veces decrece más allá de este máximo, en otras permanece aproximadamente constante, o bien puede aumentar levemente, situación última que coincidiría con los resultados obtenidos en el presente trabajo en *Pinus pinaster* Ait.

En relación con la variabilidad de los valores obtenidos, ésta adopta igual tendencia que la seguida por los valores de longitud de traqueidas promedio, a medida que aumenta la altura en el árbol, en *Cupressus lusitanica* Mill. y *Pinus pinaster* Ait.(apéndice B, figuras nº 8A y 8C). De acuerdo a lo anterior, en *Cupressus lusitanica* Mill., el menor valor de variabilidad se presentó en la rodela basal, situada a 0,2 metros, y fue igual a 0,7mm, en tanto que la mayor variabilidad se presentó a los 10,0 metros, siendo, en tal caso, igual a 1,6 mm.

Por otra parte, la variabilidad aumentó con la altura en el árbol, en *Pinus pinaster* Ait., presentándose el menor valor, 0,6 mm, a una altura de 0,2 metros, mientras que el mayor valor se presentó a 20,0 metros, y fue igual a 1,4 mm (apéndice A, tabla n° 8A).

Finalmente, en *Cupressus macrocarpa* Hartw., (apéndice B, figura n° 8B), no se presentó mayor diferencia entre la variabilidad encontrada a distintos niveles de altura en el árbol, encontrándose valores comprendidos entre 0,8 y 1,0 mm(apéndice A, tabla n° 8A).

4.3 Variación del coarseness de traqueidas en relación con la posición en el fuste.

Los resultados obtenidos para el coarseness de traqueidas, y que se exhiben en la figura n° 9, muestran la tendencia hacia un progresivo, pero un tanto irregular, aumento en los valores promedios del coarseness de traqueidas a medida que aumenta la distancia radial de médula a corteza, en las tres especies estudiadas. Esta irregularidad se expresa a través de una alta tasa de incremento mostrada por los valores del coarseness de traqueidas desde el anillo 5 hasta el anillo 15, especialmente en *Cupressus lusitanica* Mill. y en *Pinus pinaster* Ait.,. De aquí en adelante disminuye la magnitud de dichos cambios, sin embargo se mantiene la tendencia hacia el aumento en los valores promedios del coarseness de traqueidas a medida que aumenta la distancia radial de médula a corteza.

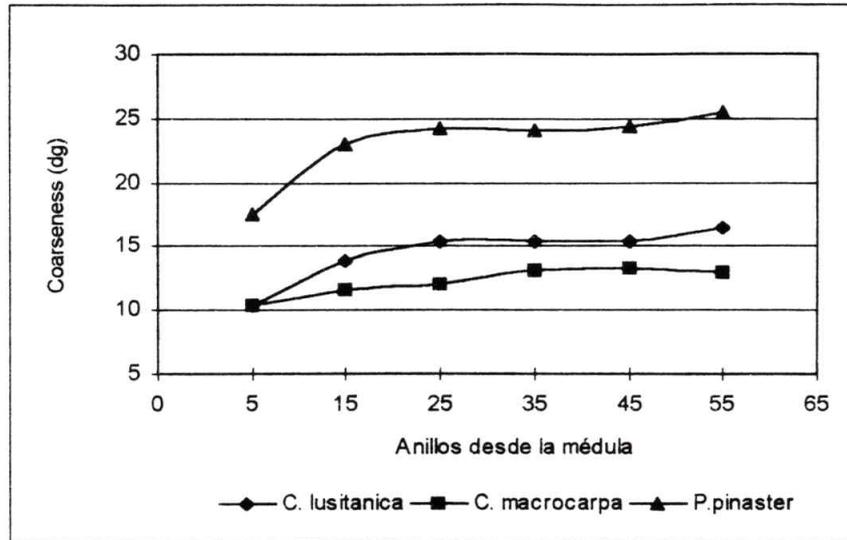


FIGURA N° 9 Variación del coarseness promedio de traqueidas (dg) con la distancia radial de médula a corteza en las tres especies estudiadas.

En relación con los valores extremos encontrados, los menores valores se presentaron en el sector más cercano a la médula, anillo 5, en las tres especies estudiadas, obteniéndose valores de 10,3 dg, para *Cupressus lusitanica* Mill., y *Cupressus macrocarpa* Hartw, en tanto que en *Pinus pinaster* Ait., el menor valor fue de 17,5 dg. Por otra parte, los mayores valores del coarseness de traqueidas se presentaron en el sector, o sectores, más externos de fuste, anillos 45 y 55, en *Cupressus macrocarpa* Hartw y *Pinus pinaster* Ait., encontrándose valores comprendidos entre 13,3 y 25,4 dg, respectivamente (tabla n° 9).

TABLA N° 9 VARIACION DEL COARSENESS PROMEDIO DE TRAQUEIDA (mm) EN RELACION CON LA DISTANCIA RADIAL DE MEDULA A CORTEZA EN LAS TRES ESPECIES ESTUDIADAS.

Anillos desde la médula	Cupressus lusitanica	Cupressus macrocarpa	Pinus pinaster
5	10,3	10,3	17,5
15	13,9	11,5	23,0
25	15,3	12,0	24,2
35	15,3	13,1	24,0
45	15,3	13,3	24,4
55	16,4	13,0	25,4

Teniendo presente este rango de variación de los valores promedios del coarseness de traqueidas, de médula a corteza, éstos presentan un alto grado de similitud con aquellos encontrados por Fuentealba (1985), en Pino radiata , en cuyo caso el rango de variación de los valores del coarseness estuvo comprendido entre 10 y 30 dg. De la misma manera, las tendencias arrojadas en el presente trabajo presentan una gran similitud con aquellas encontradas por

otros autores en anteriores trabajos llevados a cabo sobre el mismo tema, tales son los trabajos realizados por Britt (1965), Wilkes (1987) y Melo et al. (1988).

Respecto de la variabilidad de los valores obtenidos, ésta se distribuye en forma irregular a través de la distancia radial de médula a corteza, en las tres especies estudiadas (apéndice B, figuras n° 9A, 9B y 9C). De acuerdo a ello, la mayor variabilidad se presentó en el anillo 45, en *Cupressus lusitanica* Mill. y *Cupressus macrocarpa* Hartw., siendo éstos iguales a 3,6 y 4,7 dg, respectivamente. Los menores valores de variabilidad, en cambio, se presentaron en el anillo 25, en *Cupressus lusitanica* Mill., y en el anillo 35, en *Cupressus macrocarpa* Hartw., siendo éstos de 1,8 y 1,5 dg, respectivamente (apéndice A, tabla n° 9A).

Una situación particular es la que se observa en *Pinus pinaster* Ait., en donde es posible distinguir dos sectores de distinta variabilidad; Un sector de alta variabilidad, y que estaría comprendido entre los primeros 25 y 35 anillos, con valores comprendidos entre 1,6 y 2,6 dg, alcanzando su máximo valor en el anillo 5, y otro sector , de baja variabilidad, que estaría ubicado en los anillos más externos del fuste, anillos 45 y 55, en cuyo caso se hallaron valores de 1,1 y 1,2 dg, respectivamente (apéndice A, tabla n° 9A).

Este patrón de variación del coarseness de traqueidas de médula a corteza, estaría explicado, fundamentalmente, por el crecimiento en grosor que experimentan las paredes celulares de la madera de verano y al aumento de la proporción de ésta dentro del anillo a medida que aumenta la distancia radial (Einspar et al., 1964 , citado por Britt, 1965 ; Wilkes , 1987 ; Martínez y Pacheco , 1990).

4.3.2 Variación en relación con la altura en el árbol. La figura n° 10 muestra la ocurrencia de diferentes patrones de variación, según la especie considerada. Así, en *Pinus pinaster* Ait .se aprecia en forma clara que el coarseness promedio de traqueidas disminuye a medida que aumenta la altura en el árbol, desde 0,2 hasta 20,0 metros.

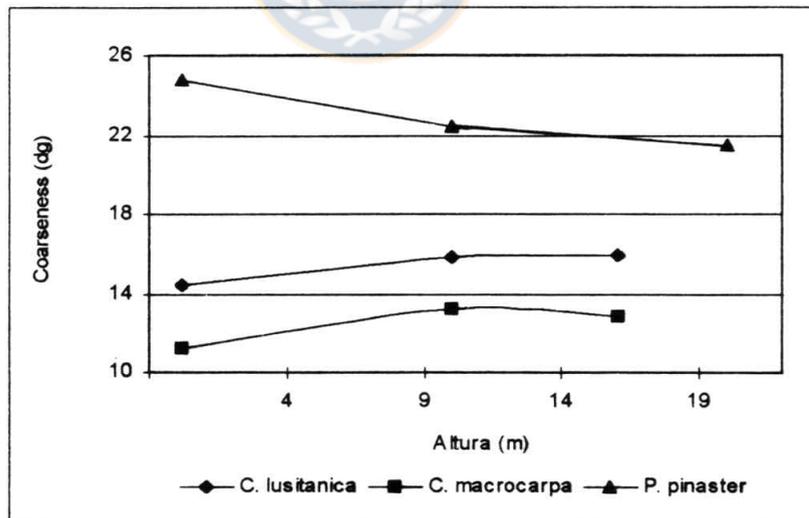


FIGURA N°10 Variación del coarseness promedio de traqueidas (dg) con la altura en el árbol en las tres especies estudiadas.

De acuerdo a lo anterior, el mayor valor del coarseness se presentó en la rodela basal, ubicada a 0,2 metros., siendo su valor igual a 24,8 dg., en tanto que el menor valor se presentó en la rodela superior, ubicada a 20,0 metros., y su valor correspondiente fue de 21,5 dg (tabla n° 10)

TABLA N° 10 VARIACION DEL COARSENESS PROMEDIO DE TRAQUEIDA (mm) CON LA ALTURA EN EL ARBOL EN LAS TRES ESPECIES ESTUDIADAS.

Altura (m)	Cupressus lusitanica	Cupressus macrocarpa	Pinus pinaster
0,2	14,4	11,2	24,8
10,0	15,8	13,2	22,4
16,0	15,9	12,8	
20,0			21,5

Este patrón de variación del coarseness de traqueidas, con la altura en el árbol, obedece a una serie de cambios en el mismo sentido, influido, fundamentalmente por la mayor proporción de madera juvenil o de corazón presente hacia las partes más altas del fuste. En esta zona de madera juvenil ocurre , comúnmente, una

disminución en el porcentaje de madera de verano, diámetro y espesor de pared celular (Zobel, Webb y Henson , 1959 ; Diaz-Vaz, 1981 ; Wilkes, 1987).

En relación a *Cupressus macrocarpa* Hartw. y *Cupressus lusitánica* Mill., éstas presentan, como lo muestra la figura n° 10, un patrón de variación similar, opuesto, sin embargo, a lo encontrado en *Pinus pinaster* Ait. En ambas especies los valores promedios del coarseness de traqueidas aumentan desde 0,2 hasta 16,0 metros. En *Cupressus lusitánica* Mill.,este aumento se manifiesta en forma ininterrumpida hasta dicha altura. En *Cupressus macrocarpa* Hartw, en cambio, si bien es cierto los valores aumentan con la altura en el fuste, para la altura 16,0 metros ocurre un pequeño descenso en los valores del coarseness, siendo éste , sin embargo, superior a aquél encontrado en la parte baja del fuste.

En cuanto a los valores extremos encontrados, los menores valores del coarseness se presentaron en la rodela basal, ubicada a 0,2 metros , hallándose éstos comprendidos entre 11,2 y 14,4 dg., en tanto que los valores máximos se presentaron a 10,0 y 16,0 metros, siendo iguales a 13,2 y 15,9 dg, para *Cupressus macrocarpa* Hartw. y *Cupressus lusitánica* Mill.,respectivamente (tabla n° 10).

En relación con la variabilidad de los valores obtenidos, ésta se distribuye en forma aproximadamente homogénea a lo largo de toda la altura en el árbol, en las

tres especies estudiadas (apéndice B, figuras n° 10A, 10B y 10C). De este modo, en *Cupressus lusitanica* Mill., estos valores se hallan comprendidos entre 6 y 8 dg; en *Cupressus macrocarpa* Hartw., entre 3,3 y 6,0 dg, correspondiéndole a esta especie la mayor diferencia, y en *Pinus pinaster* Ait., estos valores se hallaron comprendidos entre 6,4 y 8,0 dg (apéndice A, tabla n° 10A).



V CONCLUSIONES

- En términos generales, el peso específico aumentó con la distancia radial de médula a corteza en dos de los tres árboles en *Cupressus lusitanica* Mill., y en uno de los tres, en *Pinus pinaster* Ait. En los restantes no se encontró una tendencia definida.
- El peso específico disminuyó con la altura en el fuste, en dos de los tres árboles en *Pinus pinaster* Ait.; aumentó en uno y se mantuvo aproximadamente constante en los dos restantes, en *Cupressus lusitanica* Mill. y, aumentó en dos de los tres árboles en *Cupressus macrocarpa* Hartw. En los restantes no se encontró una tendencia definida.
- La longitud de traqueidas muestra una clara tendencia al aumento a medida que aumenta la distancia radial de médula a corteza, en las tres especies estudiadas.
- A medida que aumenta la altura en el árbol, la longitud de traqueidas muestra una clara tendencia al aumento en *Pinus pinaster* Ait., aumenta hasta 10,0 metros

, y posteriormente disminuye hacia 16,0 metros, en *Cupressus lusitánica* Mill. y *Cupressus macrocarpa* Hartw.

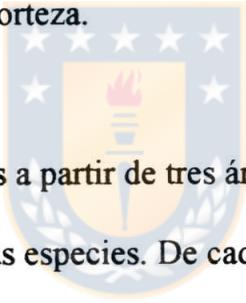
- El coarseness de traqueidas muestra una clara tendencia al aumento a medida que aumenta la distancia radial de médula a corteza, en las tres especies estudiadas.

- A medida que aumenta la altura en el árbol, el coarseness de traqueidas muestra una tendencia al aumento en *Cupressus lusitanica* Mill., disminuye en *Pinus pinaster* Ait. y aumenta hasta 10,0 metros y posteriormente disminuye hacia 16,0 metros, en *Cupressus macrocarpa* Hartw.



VI RESUMEN

Se estudiaron las especies *Cupressus lusitanica* Mill., *Cupressus macrocarpa* Hartw. y *Pinus pinaster* Ait., crecidas en el sector Los Guindos, de la Reserva Forestal Malleco, con individuos cuyas edades oscilaron entre 50 y 80 años, con el fin de obtener información acerca de sus principales características biométricas (peso específico, longitud y coarseness de traqueidas), y de qué manera estas características varían de acuerdo a su posición dentro del árbol, con la altura y distancia radial de médula a corteza.



Las muestras fueron obtenidas a partir de tres árboles, de distintas clases diamétricas, en cada una de las especies. De cada uno de ellos se obtuvieron rodelaas situadas a diferentes niveles de altura. En cada rodela se obtuvo el valor promedio ponderado de cada atributo y la variación experimentada por cada uno de ellos desde médula a corteza, a partir de submuestras tomadas cada sectores de diez anillos de crecimiento. La variación en altura de cada variable correspondió a la variación entre rodelaas en cada uno de los árboles estudiados. La variación de los valores promedios de peso específico, en ambos sentidos, se presenta por árbol individual dentro de cada especie. La variación de la longitud y coarseness

de traqueidas se presenta por especie, en base al árbol de clase diamétrica promedio y considerando tres niveles de altura a lo largo del árbol.



SUMMARY

The main biometrics characteristics (specific weight, length and coarseness tracheids) were studied in the *Cupressus lusitanica* Mill., *Cupressus macrocarpa* Hartw and *Pinus pinaster* Ait. species, with 50-80 years old trees growing in the Forest Reserve Malleco, sector Los Guindos.

The variation of this characteristics according to position in to the tree was determined in longitudinal and radial direction. Three trees of different diameter class were used for each specie. Disk in differents hight levels were taken for each tree.

For each disk was determined the average specific weight and how it varied from the pith outward.

For determinate the length and coarseness tracheids was used the average class diameter tree in each specie and were considered only three disks obtained from different hight levels. For each ones was determined the average length and coarseness tracheids and how this varied from the pith outward.

The specific weight values are given for individual tree in each specie. The length and coarseness tracheids values are given for specie based on the average diameter class tree.

VII BIBLIOGRAFIA

1. Alfaro, R.. y Moreno, H. 1974. Gravedad específica y mejoramiento genético de la madera de Pino insigne. Instituto Forestal, División Forestal. Santiago, Chile. Serie de Investigación n°9. 19 p.
2. Anderson, E. A. 1951. Tracheid length variation in conifers as related to distance from pith. *Journal of Forestry* 44: 38-42.
3. Bannan, M. W. 1968. The problem of sampling in studies of Tracheid length in Conifers. *Forest Science* 14 (2) : 140 - 146.
4. Britt, K . W. 1965. Determination of Fiber Coarseness in Wood Samples. *Tappi* 48 (1) : 7 - 11.
5. Carrasco, P. 1994. Caracterización edafológica de la Reserva Forestal Malleco, sector Los Guindos. En: Drake, F., Garcia, J., Millan, J. (Eds). Estudios básicos sobre volumetría, crecimiento y taxonomía

en rodales de coníferas exóticas en el sector Los Guindos, Reserva Forestal Malleco, comuna de Collipulli, IX Región. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales, Concepción, Chile.
(En prensa).

6. Clark, J. D'a. 1962. TAPPI 45 (8) : 628.
7. CONAF. 1994. El rol de un actor preponderante. Revista Chile Forestal n°213, Enero - Febrero . p. 28 - 31. Corporación Nacional Forestal. Santiago, Chile.
8. Cown, D. J. 1974 a. Wood density of Radiata pine : Its variation and manipulation. New Zealand Journal of Forestry Science. 19 (1) : 84 - 92.
9. Cown, D.J. 1974 b. Comparison of the effect of two thinning regimes and same wood properties of Radiata pine. New Zealand Journal of Forestry Science. 4 (3) : 540 - 551.
10. Cown, D.J. 1980. Radiata pine; Wood age wood property concepts. New Zealand Journal of Forestry Science. 10 (3) : 504 - 507.

11. Cown, D.J. 1981. Wood density of *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* grown in Fiji. *New Zealand of Forestry Science* 11 (3) : 244 - 253.
12. Cown, D.J., and Kibblewhite, R. 1980. Effects of wood quality variation in New Zealand *Radiata* pine on kraft paper properties. *New Zealand Journal of Forestry Science*. 10 (3) : 521 - 532.
13. Cown, D.J , and .Mc Conchie, D. 1980 . Wood properties variation in an old crop stand of *Radiata* pine. *New Zealand Journal of Forestry Science* 10 (3) : 509-520.
14. Daniel, P. W., Helms, U.E., y Baker, F.S. 1982. *Principios de silvicultura*. Traducido de la segunda edición Inglesa por Ramón Elizondo Mata. Mc Graw - Hill. México, D.F. 492 pp.
15. Delmastro, R., Diaz-Vaz, J. E. , y Schlatter, J. E. 1979. Variabilidad de las características tecnológicas hereditarias de *Pinus radiata* D. Don. : Fase I. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ingeniería Forestal. Serie técnica, informe de convenio N°2. Proyecto CONAF/PNUD/FAO.

16. Desch, H. E. 1962. Timber : Its structure and properties. 3era edición.
London, Mac Millan.
17. Díaz - Vaz, J . E . 1981. Delimitación de madera temprana - tardía y
juvenil - madura en Pino oregón. Bosque 4 (1) : 55 - 58.
18. Einspar, D.W. 1972. Wood and fiber production from short rotation
stands. Aspen Symposium Proceedings. U.S.D.A. Forest service
general technical report. NC- 1.
19. Fuentealba, J. 1985. Variación de la relación peso/ longitud de traqueidas
en pino insigne. Tesis Ingeniería de Ejecución en Madera.
Universidad del Bio- Bio, Departamento de Industrias Forestales.
Concepción, Chile.
20. González, D.G. 1987. Efecto de la intensidad de raleo sobre la densidad
aparente de la madera de *Pinus radiata* D.Don. Tesis ingeniería
forestal, Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias
Agropecuarias y Forestales. Chillán, Chile.

21. González, J. y Molina, J. 1989. Consideraciones sobre los tratamientos silviculturales y los rendimientos cuantitativos y cualitativos en madera pulpable de *Pinus radiata* D. Don. Revista Chile Forestal. Documento técnico n° 38 y n° 39.
22. Greenhill, A.L. 1984. Variación del peso específico en árboles plus de *Pinus radiata* D. Don. Tesis de grado. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales, Instituto de Silvicultura. Valdivia, Chile.
23. Hamilton, J. y Harris, J. 1965. Influence of site on specific gravity and dimension of tracheids in clones of *Pinus ellioti* Engelm and *Pinus taeda* L. TAPPI 48 (6) : 320 - 333.
24. Harris, J., Mc Conchie, D.L., and Povey, W.A. 1978. Wood properties of clonal Radiata pine grown in soil with different levels of available Nitrogen, Phosphorous and water. New Zealand Journal of Forestry Science. 8 (3) : 417 - 429.
25. INFOR, 1993. Estadísticas Forestales 1992. Santiago, INFOR. Boletín estadístico n° 30 101pp.

26. Jackson, L.W. 1959 Loblolly pine tracheid length in relation to position in tree. *Journal of Forestry*. 57 (5) : 366 - 368.
27. Jenkis, P.A., Hellmers, H., Edge, E.A., Rook, D.A. and Burdon, R.D. 1977. Influence of photoperiod on growth and wood formation of Radiata pine. *New Zealand Journal of Forestry Science* 7(2) : 127 - 191.
28. Julio, G. A. 1964. Variación del largo de fibras y peso específico en Alamo. Escuela de Ingeniería Forestal Departamento Tecnológico de la madera. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
29. Martínez, F. y Pacheco, L. 1990. Una visión de la pulpa kraft de Pino radiata Chileno. Caracterización, ventajas comparativas y potencialidad Asociación Técnica de celulosa y papel (ATCP). Chile. *Revista Celulosa y papel* 6 (3) : 6 - 14.
30. Melo, R., Paz, J., Carrasco, V. y Bello, N. 1988. Interrelaciones entre las propiedades de una celulosa kraft y la materia prima usada para su

fabricación. Asociación técnica de la celulosa y el papel (ATCP).
Chile. Revista Celulosa y papel 4(3) : 15 - 20.

31. Melo,R., y J. Paz. 1995. Tecnología de la celulosa y el papel. Física y química de la madera. Volúmen I. Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Química, Laboratorio de Productos Forestales. Universidad de Concepción. Proyecto de desarrollo de Docencia, Concepción, Chile.
32. Mitchell, H.L. 1964. Patherns of variation in specific gravity of Southern pine and others conifers species. TAPPI 47 (5) : 267 - 283.
33. Moraga, L.A. 1995. Caracterización biométrica de las maderas de *Picea obovata* Ledeb., *Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murray) Parlatore y *Pinus strobus* L., Crecidas en el sector Los Guindos de la Reserva Forestal Malleco. Tesis Ingeniería Forestal, Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Forestales, Concepción , Chile.
(En prensa).
34. Morales, R. 1968. Variación del peso específico y largo de traqueidas según edad y sitio en plantaciones de *Pinus radiata* D.Don. Tesis

de grado. Universidad de Chile, Escuela de Ingeniería Forestal.
Santiago, Chile.

35. Nicholls, J.W. 1971. The effect of environmental factors on wood characteristics. II .The effect of thinning and fertilizer treatment on the wood of *Pinus pinaster*. *Silvae Genética* 20 (3) : 67 - 73.
36. Nicholls, J.W. and Brown, A. 1974. The relationship between ring width and wood characteristics in double stemmed trees of *Radiata* pine. *New Zealand Journal of Forestry Science* 4 (1) : 105 - 111.
37. Ogonnaya, C.I. 1993. Effects of Nitrogenous sources on the wood properties of *Gmelina arborea* relevant to pulp and paper production. *Forest Ecology and Management* 56 : 211 - 223.
38. Ortíz, M. 1965. Variación de la longitud de traqueidas y peso específico en pino insigne (*Pinus radiata* D.Don.). En: Actas de la reunión sobre Investigaciones en productos forestales, Instituto Forestal, Santiago, Chile. Informe Técnico nº 21 : 35 - 39.

39. Parodi, L. 1959. Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería. Descripción de las plantas cultivadas. Vol. 1. Buenos Aires, Argentina.
40. Rodríguez, G. 1981. Las especies de pináceas cultivadas en Chile. Revista Bosque 4 (1) : 25 - 43. Chile.
41. Rodríguez, G. y Rodríguez, R. 1994. Estudio taxonómico y rodales de especies presente en el sector Los Guindos, Reserva Forestal Malleco. En: Drake, F., García, J., Millán, J. (Eds). Estudios básicos sobre volumetría, crecimiento y taxonomía en rodales de coníferas exóticas en el sector Los Guindos, Reserva Forestal Malleco, Comuna de Collipulli, IX Región. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales, Concepción, Chile (En prensa).
42. Rojas, M., Pistomo, L. y Bluhm, E. 1975. Densidad, largo de fibras y composición química de la madera de canelo. Informe Técnico n° 53, Instituto Forestal. Santiago, Chile.

43. Salisbury, F. and Parke, R. 1968. Las plantas vasculares: Forma y función. Centro regional de ayuda técnica. Agencia para el desarrollo internacional (A.D.I). México.
44. Spurr, S. and Hsiung, W. 1954. Growth rate and specific gravity in conifers. *Journal of Forestry* 52 (3) : 191 - 200.
45. TAPPI Test Methods. 1984. TAPPI T 234 cm - 84.
46. Uprichard, J.M. 1980. Effects of wood age on the papermaking properties of Radiata pine kraft pulps. *New Zealand Journal of Forestry Science*. 10 (3) : 558 -576.
47. Weelwood, R.D. 1960. Specific gravity and tracheid length variations in second - growth Western Hemlock. *Journal of Forestry*. 58 : 361 - 368.
48. Wahlgreen, H., Hart,A. y Maeglin, R. 1961. Estimating tree specific gravity of maine conifers. Forest Service, U.S. Department of Agriculture. 12 p.

49. Wheeler, E., Zobel, B. y Weeks, D. 1966. Tracheid length and diameter variation in the bole of Loblolly pine. TAPPI 49 (11) : 482 - 490.
50. Wilkes, J. 1987. Interpreting patterns of variations in tracheid morphology in pinus species. Commonwealth Forestry Review 66 (2) : 545 - 565.
51. Zobel, B.J., Weeb, C. and Henson, F. 1959. Core or juvenile wood of Loblolly and Slash pine trees. TAPPI 42 (5) : 345.
52. Zobel, B. Y J. Talbert. 1990. Técnica de mejoramiento en árboles forestales. Versión Española : Manuel Guzmán Ortíz. Limusa, México, D.F. 545 pp.



VIII APENDICE

8.1 Apéndice A.

TABLA N° 1A VARIABILIDAD DE LOS VALORES DE PESO ESPECIFICO
CON LA DISTANCIA RADIAL DE MEDULA A CORTEZA
EN LOS ARBOLES DE LAS TRES CLASES DIAMETRICAS.

Especie: Cupressus lusitanica Mill.

Arbol n°	Anillos desde la médula	Rango	Variabilidad
1	5	0,369 - 0,410	0,041
	15	0,402 - 0,418	0,016
	25	0,403 - 0,445	0,042
	35	0,415 - 0,427	0,012
	45	0,404 - 0,433	0,029
	55	0,414 - 0,426	0,012
2	5	0,361 - 0,395	0,034
	15	0,380 - 0,402	0,022
	25	0,364 - 0,412	0,048
	35	0,375 - 0,400	0,025
	45	0,377 - 0,394	0,017
	55	0,373 - 0,389	0,016
3	5	0,342 - 0,363	0,021
	15	0,344 - 0,388	0,044
	25	0,377 - 0,401	0,024
	35	0,363 - 0,395	0,032
	45	0,350 - 0,398	0,048
	55	0,365 - 0,396	0,031

TABLA N° 2A VARIABILIDAD DE LOS VALORES DE PESO ESPECIFICO
 CON LA DISTANCIA RADIAL DE MEDULA A CORTEZA
 EN LOS ARBOLES DE LAS TRES CLASES DIAMETRICAS

Especie: *Cupressus macrocarpa* Hartw.

Arbol n°	Anillos desde la médula	Rango	Variabilidad
1	5	0,341 - 0,369	0,028
	15	0,346 - 0,380	0,034
	25	0,369 - 0,395	0,026
	35	0,361 - 0,402	0,041
	45	0,346 - 0,376	0,030
	55	0,357 - 0,364	0,007
2	5	0,354 - 0,384	0,030
	15	0,341 - 0,394	0,053
	25	0,356 - 0,381	0,025
	35	0,353 - 0,377	0,024
	45	0,340 - 0,377	0,037
	55	0,328 - 0,389	0,061
3	5	0,328 - 0,380	0,052
	15	0,334 - 0,394	0,060
	25	0,330 - 0,382	0,052
	35	0,321 - 0,382	0,061
	45	0,338 - 0,388	0,050
	55	0,337 - 0,378	0,041

TABLA N° 3A VARIABILIDAD DE LOS VALORES DE PESO ESPECIFICO
 CON LA DISTANCIA RADIAL DE MEDULA A CORTEZA
 EN LOS ARBOLES DE LAS TRES CLASES DIAMETRICAS

Especie: *Pinus pinaster* Ait.

Arbol n°	Anillos desde la médula	Rango	Variabilidad
1	5	0,360 - 0,454	0,094
	15	0,353 - 0,446	0,093
	25	0,384 - 0,440	0,056
	35	0,404 - 0,456	0,052
	45	0,406 - 0,454	0,048
	55	0,445 - 0,459	0,014
2	5	0,413 - 0,516	0,103
	15	0,375 - 0,527	0,152
	25	0,408 - 0,507	0,099
	35	0,399 - 0,456	0,057
	45	0,395 - 0,456	0,061
	55	0,423 - 0,459	0,036
3	5	0,394 - 0,458	0,064
	15	0,395 - 0,452	0,057
	25	0,385 - 0,436	0,051
	35	0,373 - 0,436	0,063
	45	0,408 - 0,439	0,031
	55	0,400 - 0,450	0,050

TABLA N° 4A VARIABILIDAD DE LOS VALORES DE PESO ESPECIFICO
CON LA ALTURA EN LOS ARBOLES DE LAS TRES CLA-
SES DIAMETRICAS.

Especie: Cupressus lusitanica Mill.

Arbol n°	Altura (m)	Rango	Variabilidad
1	0,2	0,383 - 0,431	0,048
	4,0	0,387 - 0,445	0,058
	6,5	0,369 - 0,429	0,060
	10,0	0,383 - 0,426	0,043
	16,0	0,403 - 0,433	0,030
2	0,2	0,373 - 0,400	0,027
	4,0	0,364 - 0,408	0,044
	6,5	0,361 - 0,412	0,051
	10,0	0,364 - 0,403	0,039
	16,0	0,364 - 0,389	0,025
3	0,2	0,344 - 0,377	0,033
	4,0	0,342 - 0,386	0,044
	6,5	0,350 - 0,401	0,051
	10,0	0,363 - 0,398	0,035
	16,0	--	

TABLA N° 5A VARIABILIDAD DE LOS VALORES DE PESO ESPECIFICO
CON LA ALTURA EN LOS ARBOLES DE LAS TRES CLA-
SES DIAMETRICAS.

Especie: *Cupressus macrocarpa* Hartw.

Arbol n°	Altura (m)	Rango	Variabilidad
1	0,2	0,341 - 0,369	0,028
	5,0	0,341 - 0,376	0,035
	10,0	0,356 - 0,391	0,035
	16,0	0,369 - 0,402	0,033
2	0,2	0,356 - 0,394	0,038
	5,0	0,341 - 0,361	0,020
	10,0	0,328 - 0,369	0,041
	16,0	0,354 - 0,381	0,027
3	0,2	0,321 - 0,338	0,017
	5,0	0,340 - 0,349	0,009
	10,0	0,351 - 0,378	0,027
	16,0	0,373 - 0,394	0,021

TABLA N° 6A VARIABILIDAD DE LOS VALORES DE PESO ESPECIFICO
CON LA ALTURA EN LOS ARBOLES DE LAS TRES CLA-
SES DIAMETRICAS.

Especie: *Pinus pinaster* Ait.

Arbol n°	Altura (m)	Rango	Variabilidad
1	0,2	0,436 - 0,476	0,040
	6,5	0,380 - 0,455	0,075
	10,0	0,379 - 0,454	0,075
	16,0	0,353 - 0,427	0,074
	20,0	0,360 - 0,404	0,044
2	0,2	0,454 - 0,527	0,073
	6,5	0,405 - 0,471	0,066
	10,0	0,420 - 0,496	0,076
	16,0	0,403 - 0,437	0,034
	20,0	0,375 - 0,413	0,038
3	0,2	0,413 - 0,450	0,037
	6,5	0,373 - 0,452	0,079
	10,0	0,385 - 0,449	0,064
	16,0	0,395 - 0,436	0,041
	20,0	0,388 - 0,458	0,070

TABLA N° 7 VARIACION DE LA LONGITUD PROMEDIO DE TRAQUEI-
DA (mm) CON LA DISTANCIA RADIAL DE MEDULA A
CORTEZA EN LAS TRES ESPECIES ESTUDIADAS.

Anillos desde la médula							
	altura (m)	5	15	25	35	45	55
Cupressus lusitánica	0.2	1.7	2.3	2.4	2.4	2.3	2.4
	10.0	2.1	2.6	2.8	2.8	3.2	3.7
	16.0	2.0	2.6	2.9	2.8	3.3	
Promedio ponderado especie		1.9	2.4	2.6	2.5	2.6	2.6
Cupressus macrocarpa	0.2	1.3	1.9	2.0	2.2	2.1	2.0
	10.0	1.9	2.3	2.6	2.3	2.4	2.7
	16.0	1.7	1.9	2.2	2.2	2.7	2.6
Promedio ponderado especie		1.7	2.0	2.3	2.3	2.3	2.4
Pinus pinaster	0.2	1.9	2.3	2.5	2.5	2.5	2.5
	10.0	2.3	2.7	3.4	3.0	3.3	3.1
	20.0	2.2	2.8	3.3	3.5	3.6	
Promedio ponderado especie		2.2	2.6	3.0	2.9	2.9	2.7

TABLA N° 7A VARIABILIDAD DE LOS VALORES DE LONGITUD DE TRAQUEIDA (mm) CON LA DISTANCIA RADIAL DE MÉDULA A CORTEZA EN LAS TRES ESPECIES ESTUDIADAS.

Especie	Anillos desde la médula	Rango (mm)	Variabilidad (mm)
Cupressus lusitanica	5	1,7 - 2,1	0,4
	15	2,3 - 2,6	0,3
	25	2,4 - 2,9	0,5
	35	2,4 - 2,8	0,4
	45	2,3 - 3,3	1,0
	55	2,4 - 3,7	1,3
Cupressus macrocarpa	5	1,3 - 1,9	0,6
	15	1,9 - 2,3	0,4
	25	2,0 - 2,6	0,6
	35	2,2 - 2,3	0,1
	45	2,1 - 2,7	0,6
	55	2,0 - 2,7	0,7
Pinus pinaster	5	1,9 - 2,3	0,4
	15	2,3 - 2,8	0,5
	25	2,5 - 3,4	0,9
	35	2,5 - 3,5	1,0
	45	2,5 - 3,6	1,1
	55	2,5 - 3,1	0,6

TABLA N° 8A VARIABILIDAD DE LOS VALORES DE LONGITUD DE TRAQUEIDA (mm) CON LA ALTURA EN EL ARBOL EN LAS TRES ESPECIES ESTUDIADAS.

Especie	Altura (m)	Rango (mm)	Variabilidad (mm)
Cupressus lusitanica	0,2	1,7 - 2,4	0,7
	10,0	2,1 - 3,7	1,6
	16,0	2,0 - 3,3	1,3
Cupressu macrocarpa	0,2	1,3 - 2,2	0,9
	10,0	1,9 - 2,7	0,8
	16,0	1,7 - 2,7	1,0
Pinus pinaster	0,2	1,9 - 2,5	0,6
	10,0	2,3 - 3,4	1,1
	20,0	2,2 - 3,6	1,4

TABLA N° 9 VARIACION DEL COARSENESS PROMEDIO DE TRAQUEI-
DA (dg) CON LA DISTANCIA RADIAL DE MEDULA A COR-
TEZA EN LAS TRES ESPECIES ESTUDIADAS.

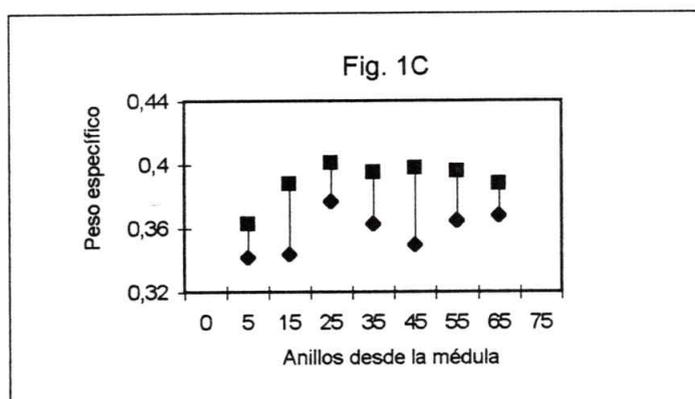
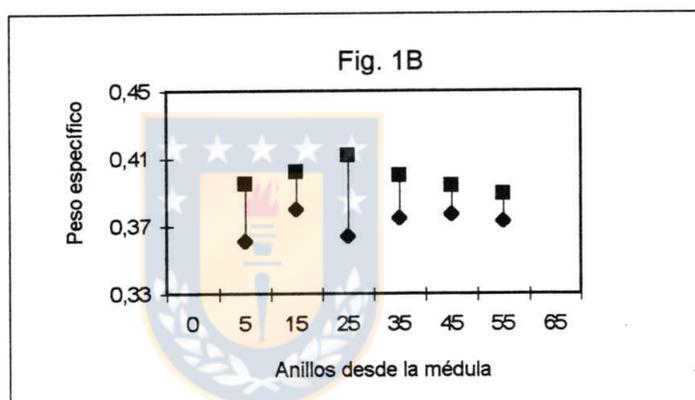
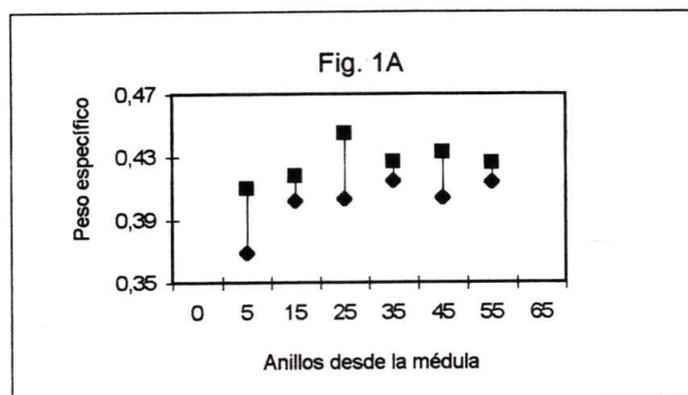
Anillos desde la médula							
	Altura (m)	5	15	25	35	45	55
Cupressus lusitánica	0.2	8.8	13.0	14.7	14.7	14.3	15.9
	10.0	10.8	13.6	16.5	16.0	17.0	18.8
	16.0	12.0	15.8	15.8	16.6	17.9	
Promedio ponderado especie		10.3	13.9	15.3	15.3	15.3	16.4
Cupressus macrocarpa	0.2	9.1	11.6	10.6	12.4	11.7	11.2
	10.0	10.8	12.7	13.4	13.1	13.6	14.1
	16.0	10.6	10.5	11.9	13.9	16.4	14.9
Promedio ponderado especie		10.3	11.5	12.0	13.1	13.3	13.0
Pinus pinaster	0.2	19.5	23.8	25.0	24.6	24.9	25.9
	10.0	16.9	22.9	24.9	23.0	24.0	24.7
	20.0	17.1	21.9	22.5	24.1	23.8	
Promedio ponderado especie		17.5	23.0	24.2	24.0	24.4	25.4

TABLA Nº 9A VARIABILIDAD DE LOS VALORES DE COARSENESS DE TRAQUEIDA (dg) CON LA DISTANCIA RADIAL DE MÉDULA A CORTEZA EN LAS TRES ESPECIES ESTUDIADAS.

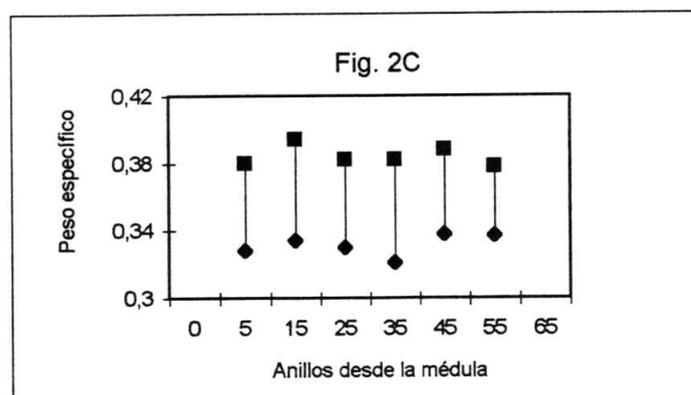
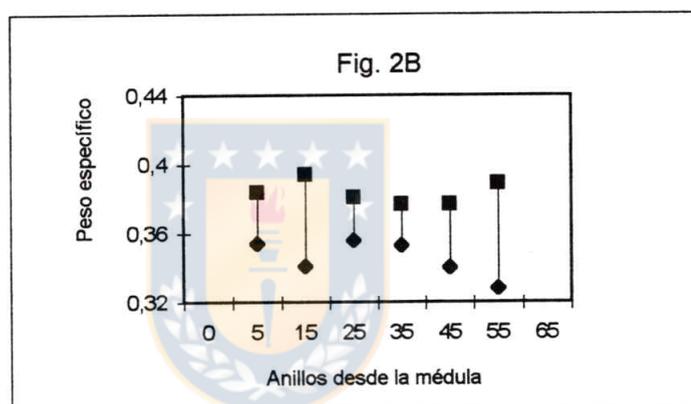
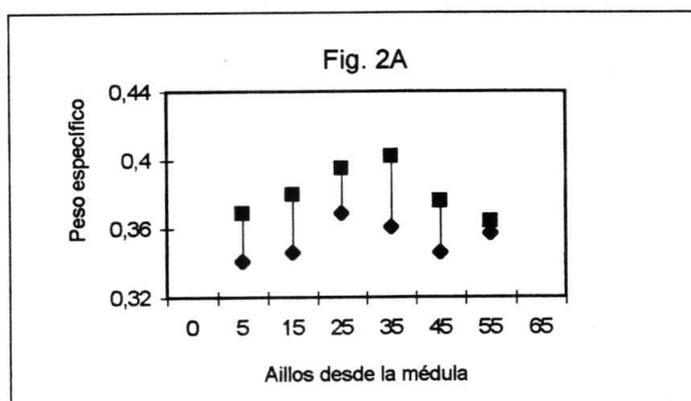
Espece	Anillos desde la médula	Rango (dg)	Variabilidad (dg)
Cupressus lusitanica	5	8,8 - 12,0	3,2
	15	13,0 - 15,8	2,8
	25	14,7 - 16,5	1,8
	35	14,7 - 16,6	1,9
	45	14,3 - 17,9	3,6
	55	15,9 - 18,8	2,9
Cupressus macrocarpa	5	9,1 - 10,8	1,7
	15	10,5 - 12,7	2,2
	25	10,6 - 13,4	2,8
	35	12,4 - 13,9	1,5
	45	11,7 - 16,4	4,7
	55	11,2 - 14,9	3,7
Pinus pinaster	5	16,9 - 19,5	2,6
	15	21,9 - 23,8	1,9
	25	22,5 - 25,0	2,5
	35	23,0 - 24,6	1,6
	45	23,8 - 24,9	1,1
	55	24,7 - 25,9	1,2

TABLA N° 10A VARIABILIDAD DE LOS VALORES DE COARSENESS DE
TRAQUEIDA (dg) CON LA ALTURA EN EL ARBOL EN
LAS TRES ESPECIES ESTUDIADAS.

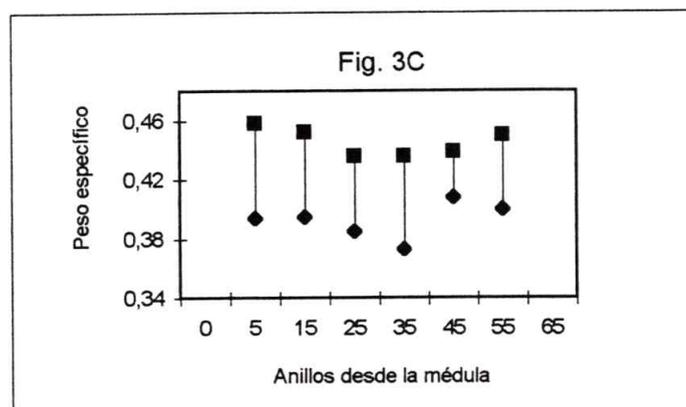
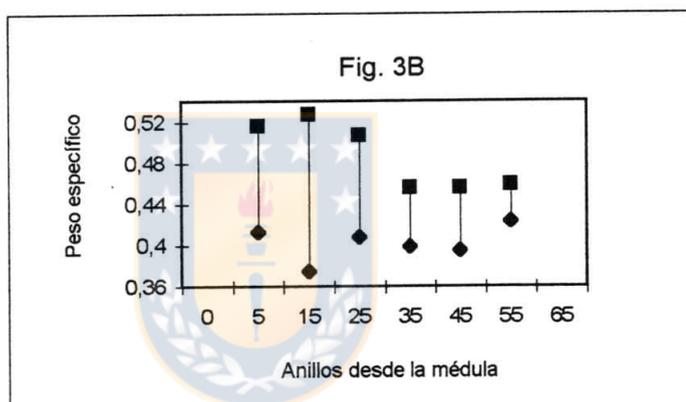
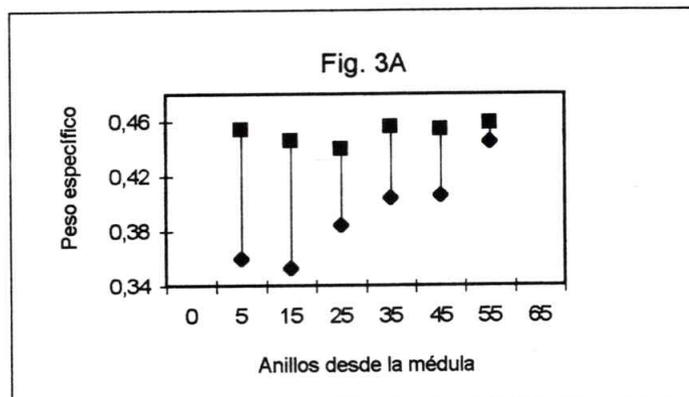
Especie	Altura (m)	Rango (dg)	Variabilidad (dg)
Cupressus lusitanica	0,2	8,8 - 15,9	7,1
	10,0	10,8 - 18,8	8,0
	16,0	12,0 - 17,9	5,9
Cupressu macrocarpa	0,2	9,1 - 12,4	3,3
	10,0	10,8 - 14,1	3,3
	16,0	10,5 - 16,4	5,9
Pinus pinaster	0,2	19,5 - 25,9	6,4
	10,0	16,9 - 24,9	8,0
	20,0	17,1 - 24,1	7,0

8.2 Apéndice B.

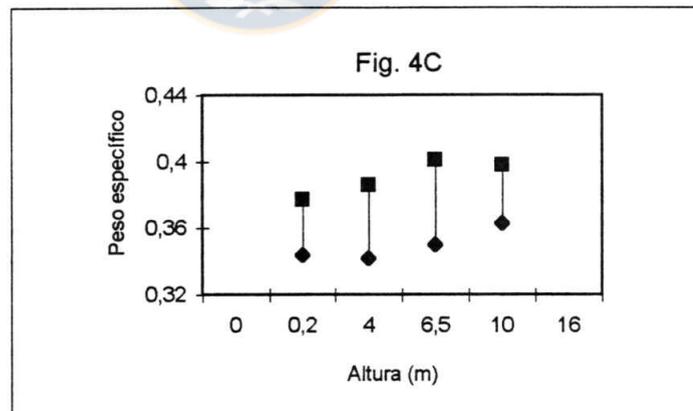
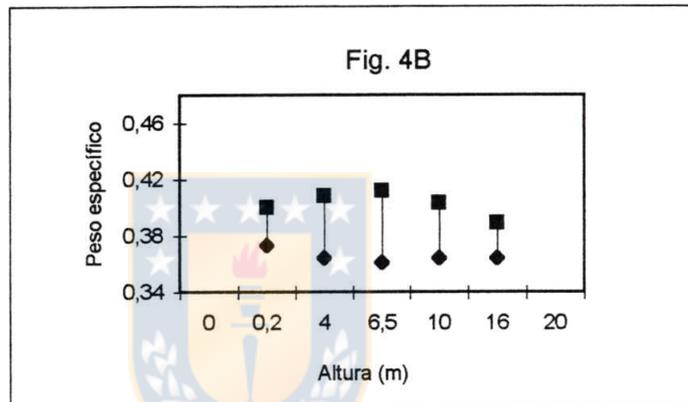
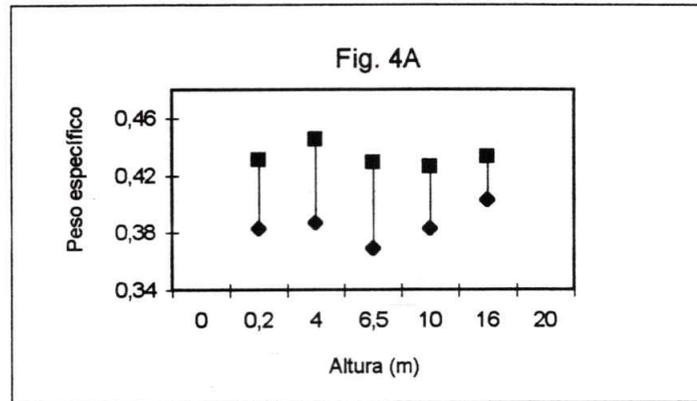
FIGURAS N°s 1A, 1B y 1C. Variabilidad de los valores de peso específico en los árboles de las tres clases diamétricas, en la especie *Cupressus lusitanica* Mill.



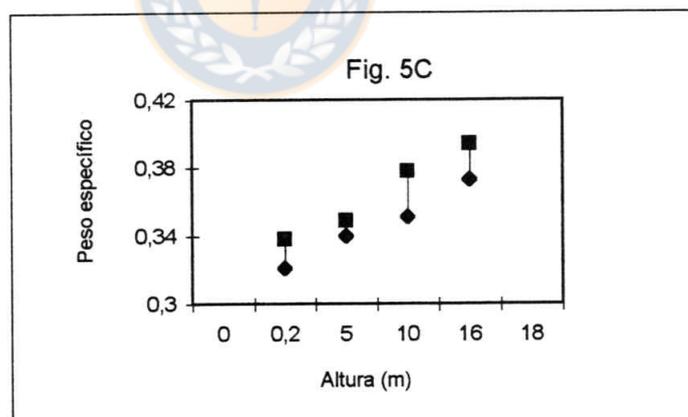
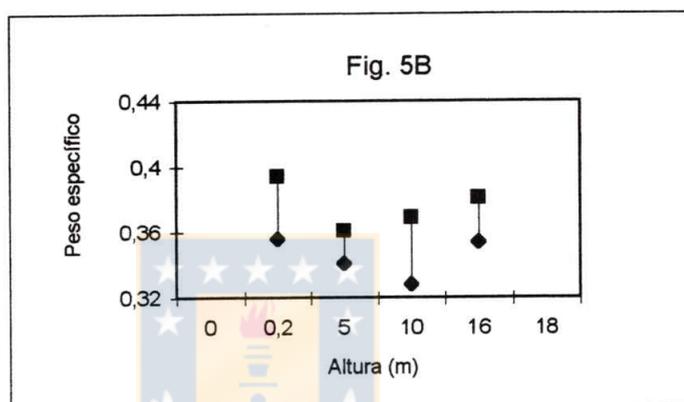
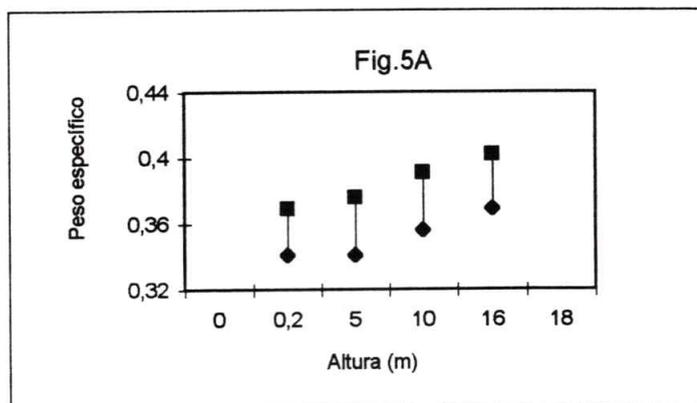
FIGURAS N°s 2A, 2B y 2C Variabilidad de los valores de peso específico en los árboles de las tres clases diamétricas, en la especie *Cupressus macrocarpa* Hartw.



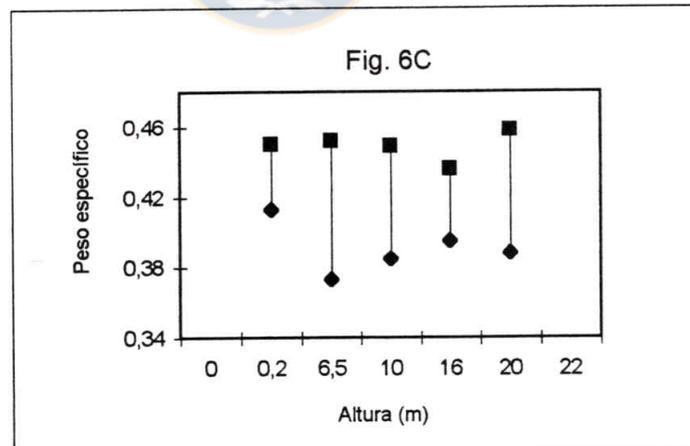
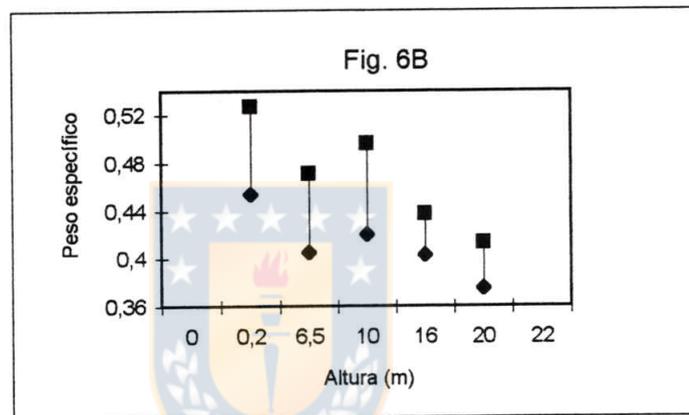
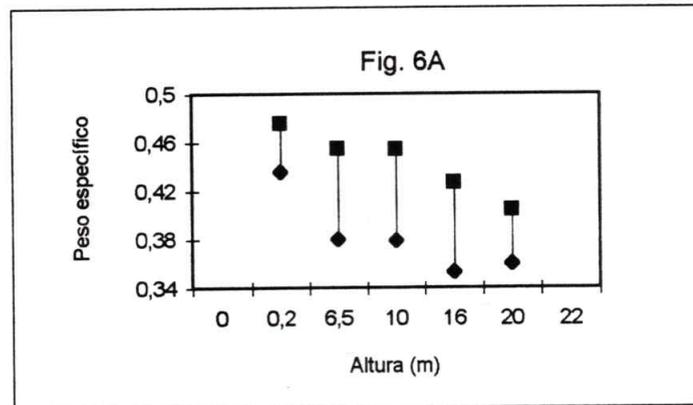
FIGURAS N°s 3A, 3B y 3C Variabilidad de los valores de peso específico en los árboles de las tres clases diamétricas, en la especie *Pinus pinaster* Ait.



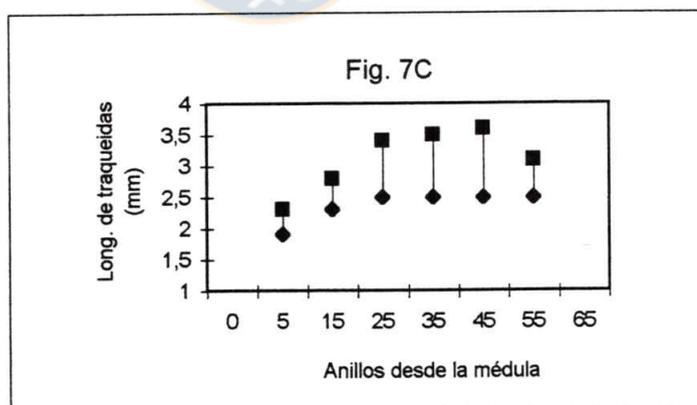
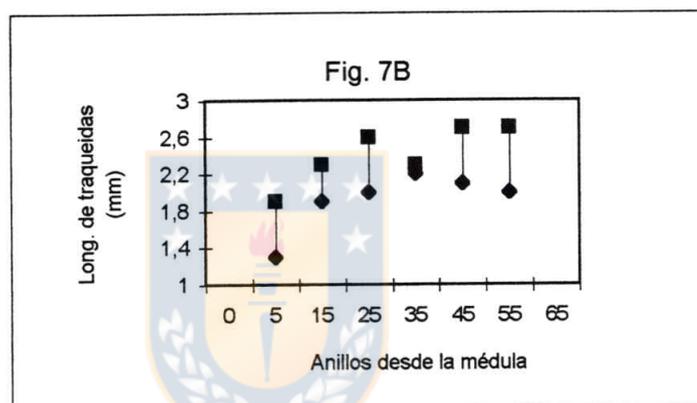
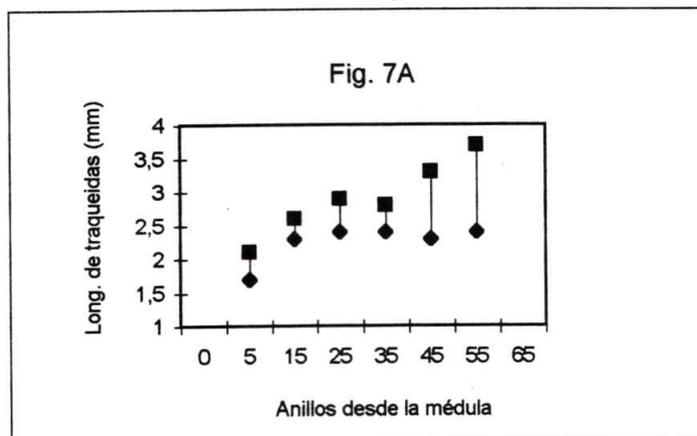
FIGURAS N°s 4A,4B y 4C Variabilidad de los valores de peso específico con la altura en el fuste en los árboles de las tres clases diamétricas, en la especie *Cupressus lusitanica* Mill.



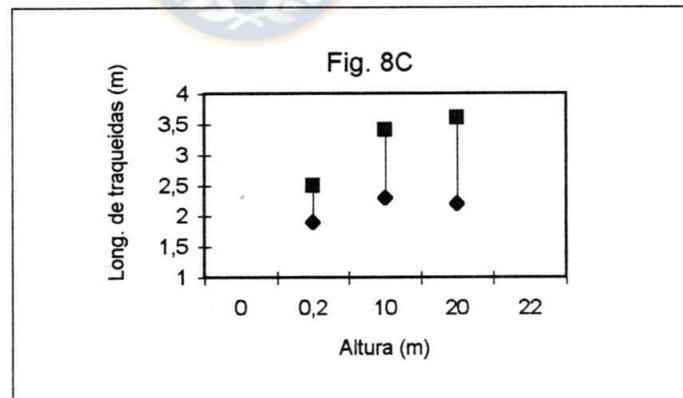
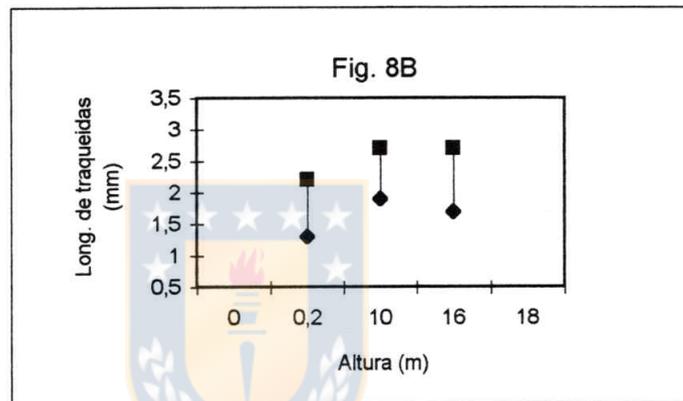
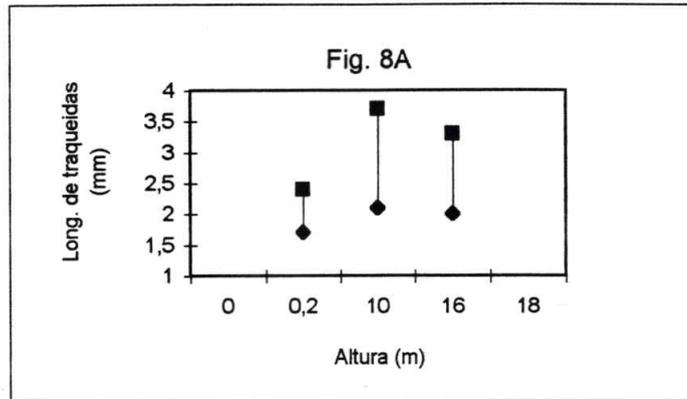
FIGURAS N°s5A,5B y 5C Variabilidad de los valores de peso específico con la altura en el fuste en los árboles de las tres clases diamétricas, en la especie *Cupressus macrocarpa* Hartw.



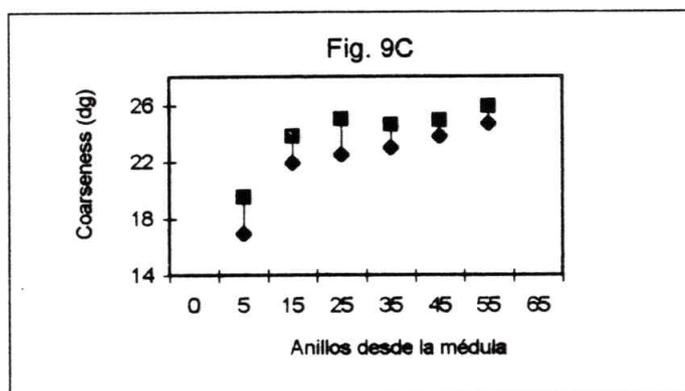
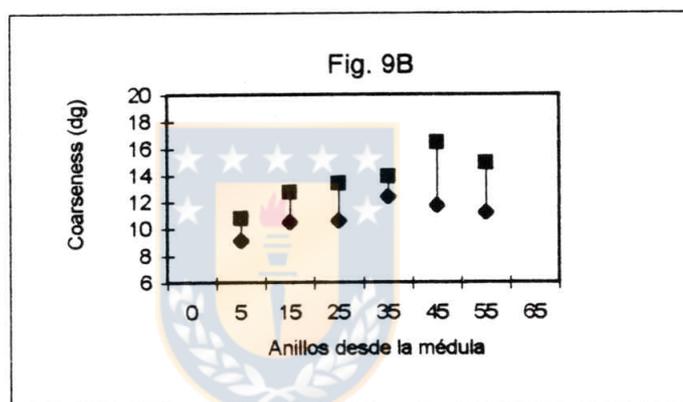
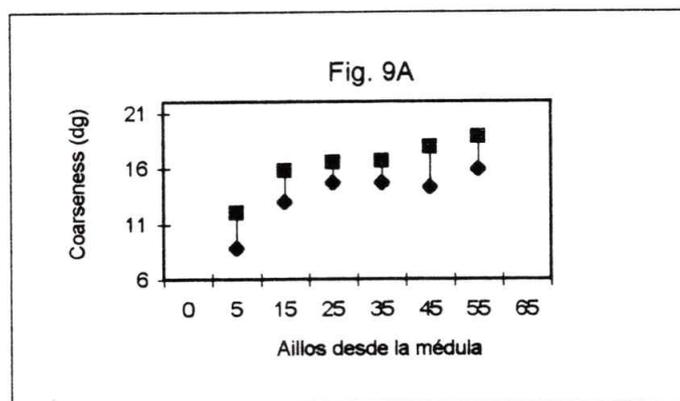
FIGURAS N°s 6A,6B y 6C Variabilidad de los valores de peso específico con la altura en el fuste en los árboles de las tres clases diamétricas, en la especie *Pinus pinaster* Ait.



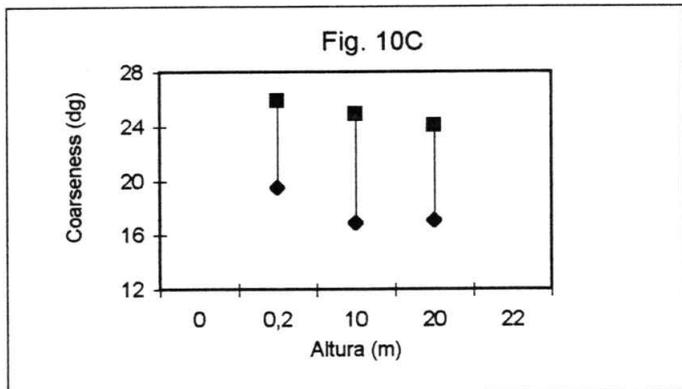
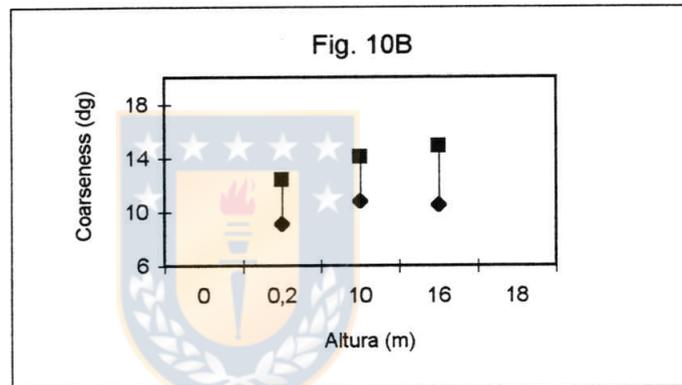
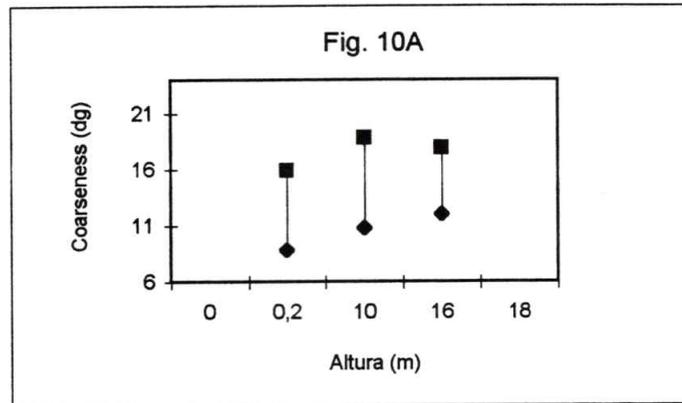
FIGURAS N°s 7A,7B y 7C Variabilidad de los valores de longitud de traqueida (mm) con la distancia radial de médula a corteza en las tres especies estudiadas.



FIGURAS N°s 8A,8B y 8C Variabilidad de los valores de longitud de traqueida (mm) con la altura en el árbol en las tres especies estudiadas.



FIGURAS N°s 9A,9B y 9C. Variabilidad de los valores del coarseness de traqueida (dg) con la distancia radial de médula a corteza en las tres especies estudiadas.



FIGURAS N°s 10A,10B y 10C Variabilidad de los valores del coarseness de traqueida (dg) con la altura en el árbol en las tres especies estudiadas.

En estudios llevados a cabo en nuestro país, Morales (1968) determinó que la edad del árbol influye marcadamente sobre la longitud de las traqueidas, hallando para ello un alto coeficiente de correlación entre longitud de traqueidas y edad ($r = 0,963$), cuando se controla el sitio de procedencia de la madera.

Finalmente Martínez y Pacheco (1990), determinaron que, para Pino radiata creciendo en nuestro país, las características biométricas de las traqueidas (longitud, espesor de pared y coarseness), aumentaron con la edad del árbol.

2.1.2.1 Variación de la longitud de traqueidas. Esta propiedad tiende a variar en mayor o menor grado entre individuos de una misma especie y en forma menos predecible entre individuos de distinta especie (Cown, 1980; Cown y Mc Conchie, 1980).

Zobel (1966) estudiando longitud de traqueidas en poblaciones de Pinus taeda, con 300 árboles en un mismo sitio, encontró una longitud de traqueidas mínima de 2,6 mm (anillo nº 30 al Dap), mientras que la longitud máxima fue de 6,1 mm (también en la misma secuencia de anillos), (Einspar, 1972).

Un resumen de trabajos previos sobre traqueidas realizados por Spurr y Hyvarinen (1954), revelaron que la longitud de traqueidas varía ampliamente

entre árboles individuales seleccionados en forma aleatoria. Ciertamente el factor genético y el medio ambiente juegan un rol importante influenciando esta propiedad de la madera (Cown y Kibblewhite, 1980).

2.1.2.1.1 Variación dentro del árbol. Al igual que el peso específico, la longitud de las células presenta fuertes variaciones según la posición a través del radio del árbol (Desch, 1962).

No menos importante son las diferencias que se presentan dentro de un anillo de crecimiento, esto es entre madera de primavera y madera de verano.

La mayoría de los trabajos en este sentido han determinado un aumento en la longitud de traqueidas desde la madera de primavera hacia la madera de verano (Bisset y Dadswell, 1950; Chalk y Ortíz, 1961; Dinwoodie, 1961; citados por Bannan, 1968).

Reafirmando lo anterior Wilkes (1987), señala que, radialmente dentro de los anillos, las traqueidas de la madera de verano son, normalmente, más largas en, aproximadamente, un 10 % que aquellas de la madera de primavera.

Ha sido reconocido y aceptado desde los trabajos de Sonio (1872), que la longitud de traqueidas aumenta desde la médula hacia la corteza en el fuste, hasta un punto en donde la longitud llega a ser relativamente constante (Wheeler et al., 1966).

Al respecto Anderson (1951) señala que existe un acuerdo general, que en árboles de coníferas las traqueidas son más cortas cerca de la médula. A medida que el número de anillos aumenta hasta algún nivel dado del radio, existe un rápido aumento en la longitud de traqueidas hasta un primer pick. Alrededor de esta zona los resultados de otros investigadores han sido algo variados al respecto. Así, la longitud pick puede mantenerse relativamente constante, puede ocurrir un ligero aumento posterior o aún, una reducción en la longitud de traqueidas (Chalk, 1930; Harlow, 1927; Helander, 1933; Mc Millan, 1925; Shepard y Bailey, 1914, citados por Anderson, 1951). Esta tendencia descrita, señala el mismo autor, es además independiente para cualquier nivel de altura considerado en el árbol.

Por otra parte Julio (1964), estudiando variación del largo de traqueidas en Alamo, encontró similar patrón de variación de médula a corteza, sin embargo acota que este incremento se hace menor hacia las partes altas del fuste, debido a diferencias de edad y diámetro.

Wilkes (1987), señala que, radialmente entre anillos, para madera de primavera y madera de verano, la longitud de las células aumenta en, aproximadamente, un 100 % hacia afuera, desde la médula hasta un rango que comprende los 20 a 60 anillos de crecimiento, de ahí en adelante la longitud de las células varía alrededor de un valor constante.

En relación a la variación de la longitud de traqueidas con la altura en el fuste, Sonio (1872), citado por Wheeler et al., (1966), reportó un aumento en la longitud de traqueidas hacia la parte superior del árbol hasta una altura específica, y una disminución en longitud más allá de este punto. Idéntica tendencia sería encontrada posteriormente por Anderson (1951).

Estas relaciones también han sido comprobadas por numerosos trabajos, tales como los llevados a cabo por Jackson (1959) y Weellwood (1960), que estudiaron incrementos individuales a lo largo de todo el fuste del árbol.

Jakson (1959), indica que la altura del fuste a la cual es alcanzada la longitud máxima de traqueidas aumenta con cada incremento anual sucesivo, desde el centro hacia la periferia del fuste.

Al respecto Greene (1927), citado por Zobel et al.,(1959), encontró que la longitud de las traqueidas cerca de la médula era relativamente constante para cualquier nivel de altura en el árbol. Sin embargo la longitud de traqueidas promedio producida en la parte exterior del radio fue variable para los distintos niveles de altura en el árbol.

En relación a la altura en donde ocurre la máxima longitud de traqueidas, Kribs (1928), citado por Anderson (1951), encontró que la longitud de traqueidas algunas veces decrece más allá de este máximo, en otras ocasiones permanece constante o aumenta levemente.

2.1.3 Coarseness de traqueidas. El coarseness de traqueidas es definido como el peso por unidad de longitud de éstas, expresado como miligramos por cien metros , y llamado un decigrex, abreviado como "dg" (Tappi T234 cm-84 1984).

Este concepto ha sido largamente utilizado en la industria textil como una medida básica de las fibras.

Actualmente es muy utilizado en la determinación de propiedades papeleras de las pulpas de madera (Britt, 1965).

El coarseness de las fibras tiene un importante efecto en muchas propiedades del papel. Por ejemplo, si otros factores se mantiene iguales, una pulpa más fina dará un papel más fuerte, más suave y mejor (Clark, 1962).

Coincidiendo con lo anterior Dinwoodie (1965) y Rydholm (1967), citados por Harris et al. (1978) señalan que las cualidades de la pulpa y el papel están en estrecha relación con las dimensiones de sus fibras constituyentes.

Por ejemplo, estudios biométricos muestran la influencia de la longitud de las traqueidas sobre la resistencia al rasgado (Horn, 1974; citado por Melo et al., 1988), pero además deberá haber participación del espesor de la pared (Barefoot, 1964; citado por Melo et al., 1988), que a su vez puede determinarse, indirectamente, a través del Coarseness (Clark,1962; Fuentealba, 1982; citados por Melo et al., 1988).

Al igual que muchas características de la madera, el coarseness es afectado, en mayor o menor grado, por un sinnúmero de factores. Sin embargo la influencia del medio, edad y condiciones hereditarias parecen ser las de mayor importancia (Britt, 1965).

En relación con la influencia del medio, las dimensiones de las traqueidas son afectadas por la temperatura (Delmastro et al.,1979). Una mayor temperatura promedio favorece un mayor diámetro del lumen celular (Richardson, 1964b; citado por Delmastro et al., 1979), especialmente en el caso de las temperaturas nocturnas, y en menor grado por las temperaturas diurnas. También favorecen un mayor diámetro del lumen fotoperiodos más prolongados (Jenkis et al., 1977), y mayor disponibilidad de humedad del suelo (Necessary, 1971; citado por Delmastro et al., 1979).

Respecto de la procedencia del material, Melo et al.,(1988), trabajando con árboles de Pino radiata provenientes de ocho sitios diferentes, entre Pichilemu y Arauco, concluye que en ninguno de los casos se aprecia alguna tendencia en relación con la procedencia del material para valores del coarseness de las maderas tratadas.

Con respecto al sitio, en general, se encontró que para *Pinus taeda* el diámetro del lumen y el espesor de la pared celular aumentaron en los mejores sitios, sin alcanzar, tales diferencias, significancia práctica (Hamilton y Harris, 1965).

La edad del árbol es otro factor de importancia que afecta el coarseness de traqueidas. Al respecto Britt (1965), señala que se dá la universal tendencia

aparente de las traqueidas a ser más gruesas a medida que aumenta la edad del árbol.

De manera similar Martínez y Pacheco (1990), señalan que para Pino radiata creciendo en nuestro país, las características biométricas de las traqueidas (longitud, espesor de pared y coarseness) aumentaron con la edad del árbol.

Melo et al., (1988), señalan, para Pino radiata chileno, un rango de coarseness de 16,8 a 20,6 dg, para una edad de 10 años, siendo en general, tales valores, inferiores a los encontrados en ejemplares de 20 años. En árboles de 22 y 30 años los valores del coarseness son semejantes, en tanto que en árboles de 14 y 18 años los valores son inferiores a éstos, pero similares entre sí.

En relación con la tasa de crecimiento, Britt (1965), señala que es evidente que árboles con crecimiento lento tiendan a producir células más delgadas, pero con un mayor espesor de pared, que árboles creciendo en forma rápida, de ahí que sus valores de coarseness sean superiores.

2.1.3.1 Variación del coarseness dentro del árbol. Al igual que el peso específico, el coarseness no es una característica simple de la madera. En su

determinación intervienen el espesor de pared celular y , en menor grado, el diámetro de sus células (Clark, 1962).

De manera similar Melo¹ (1995), señala que el coarseness de traqueidas está determinado, principalmente, por el espesor la de pared celular. Así, a mayor espesor de pared, mayor valor del coarseness.

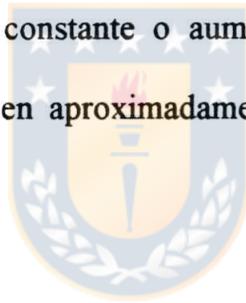
Las dimensiones transversales de las células presentan una fuerte variación y diferentes tendencias según la dirección considerada dentro del árbol, siendo de especial relevancia la variación dentro del incremento anual (Delmastro et al., 1979). Al respecto Salisbury y Parke (1968), señalan que las células que constituyen la madera de primavera tienen paredes más delgadas que las células que conforman la madera de verano, lo que llevaría a un menor valor del coarseness.

De igual modo Wilkes (1987), señala que dentro del anillo de crecimiento el diámetro de las traqueidas, en la dirección radial, decrece marcadamente, en alrededor de un 50 %, entre células de la madera de primavera y verano, en tanto que el mayor engrosamiento de la pared, en alrededor de un 100 %, ocurre en las células de la madera de verano.

¹ Melo, Roberto. Comunicación personal.

Al igual que dentro del incremento anual se observa un regular y progresivo aumento en el coarseness de traqueidas desde el centro del fuste hacia la periferia, es decir, a medida que aumenta el número de anillos desde la médula (Britt, 1965).

Al respecto Wilkes (1987), señala que el diámetro de las traqueidas, de primavera y verano, aumenta, en aproximadamente un 10 %, desde la médula hacia la corteza, al menos hasta los 20 a 40 anillos, en tanto que a medida que aumenta la distancia desde la médula, el espesor de pared celular en madera de primavera se mantiene aproximadamente constante o aumenta levemente, mientras que en madera de verano aumenta en aproximadamente un 50 %, sobre los 20 a 40 anillos de crecimiento.



De la misma forma, existen diferencias en el coarseness de traqueidas entre madera juvenil y madera madura. Así, se encuentra que las células que conforman la madera juvenil presentan mayor ancho y menor espesor de pared que aquellas que conforman la madera madura, lo que conduciría a menores valores de coarsenes (Melo et al., 1988).

Es probable que las observaciones en relación al coarseness de traqueidas sean parte de un patrón general de progresivos cambios en las propiedades de la madera desde el centro hacia la periferia del fuste del árbol.

Finalmente, y en relación con la ubicación a lo largo del fuste, Melo (1983), citado por Melo et al., (1988), señala que para Pino radiata el coarseness de traqueidas disminuye cuando la posición en altura en el fuste aumenta.



2.2 Descripción del área y especies en estudio.

Antecedentes del predio (Fuente CONAF, Temuco)

2.2.1 Estado legal.

Nombre del predio	:	Reserva Forestal Malleco.
Propietario	:	Ministerio de Agricultura
Decreto de creación	:	N° 1540 del 30 de Septiembre de 1907
Superficie Decreto	:	33 690 ha.
Actual	:	16 625 ha.

2.2.2 Ubicación geográfica y administrativa.

Provincia	:	Malleco
Comuna	:	Collipulli
Latitud Sur entre	:	38° 0' y 38° 15'
Longitud Oeste	:	74° 4' y 71° 55'
Región	:	IX de La Araucanía
Area	:	Angol

2.2.3 Deslindes generales.

Norte : Río Renaico, remontando desde su confluencia con el Río Amargo.

Este : Río Renaico hasta cerca de su nacimiento, enseguida una línea de altas cumbres que pasa por los cerros Calomahuida, Pata de Mula, Alto de Chilpas, hasta el nacimiento del Río Malleco.

Sur : Parque Nacional Tolhuaca.

Oeste : Línea de colonos del sector Niblinto, límite este del Fundo Baltimore, línea sur y norte del mismo fundo y luego línea imaginaria de norte a sur que limita con la Hacienda Jauja hasta el río Amargo, hasta su confluencia con el Renaico.

2.2.4 Vías de acceso. Existen diferentes arterias a través de las cuales es posible acceder a la Reserva Forestal Malleco.

Collipulli - Los Guindos : 73 km, 25 km transitables durante todo el año y 48 km transitables sólo en época estival.

Collipulli - Niblinto : 75 km, 25 km transitables durante todo el año y 50 km transitables en forma expedita sólo en época estival.

Mulchen - Hacienda Jauja - Los Guindos : 72 km, camino estabilizado pero transitable en forma expedita sólo en época estival.

Victoria - Niblinto : 80 km, aproximadamente 35 km transitables todo el año y 45 km transitables en forma expedita sólo en época estival.



2.2.5 Clima. En la IX región la presencia de dos grandes accidentes topográficos como son La Cordillera de Nahuelbuta y La Cordillera de los Andes, influyen fuertemente en el clima local, al actuar como disparadores de lluvia, generando una marcada diferencia en las precipitaciones. En particular, el relieve de los terrenos de la Reserva Forestal Malleco, influye en el comportamiento de fenómenos atmosféricos básicos, como son las temperaturas y precipitaciones del sector.

Observaciones realizadas en el sector Los Guindos entre los años 1948 y 1953, arrojaron los siguientes resultados.

Precipitaciones :

Verano	:	327,9 mm
Otoño	:	427,6 mm
Invierno	:	2 444,2 mm
Primavera	:	896,5 mm
Promedio anual	:	4 096,2 mm

Promedio anual de días lluvia : 100

2 meses secos durante el año, pp < 30 mm

Días de heladas (1948 - 1953)

	Mínimo	Medio	Máximo
Verano :	0	0.6	3
Otoño :	0	4.5	10
Invierno :	4	10.5	21
Primavera :	1	7	26

Datos de mapas climáticos Isotermas

Promedio Enero	:	19°c
Promedio Julio	:	6° - 8°c
Promedio anual	:	13° - 14°c

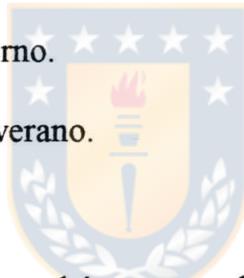
Humedad del aire

Isonefa anual	:	60%
---------------	---	-----

Vientos dominantes :

NE, en otoño e invierno.

SO, en primavera y verano.



En general se puede clasificar el área como de clima templado lluvioso.

2.2.6 Descripción general de suelos de la Reserva Forestal Malleco, sector

Los Guindos.

Según Carrasco (1994) la descripción general de los suelos de la Reserva Forestal de Malleco, sector Los Guindos es la siguiente:

Plantación *Cupressus lusitánica* Mill.

Geomorfología : lomajes de topografía abrupta

Material generador : cenizas modernas, volcánicas, andesíticas y basálticas.

Observaciones

Suelo trumao, la principal limitante es la pendiente; sitio de excelente calidad. De acuerdo con las características observadas, se clasificó en clase VII 1s.

Plantación *Cupressus macrocarpa* Hartw.

Geomorfología : terraza aluvial reciente.

Material generador : rocas y arenas andesíticas y basálticas.

Observaciones

Suelo depositacional que presenta como limitantes : profundidad y textura extremas.



El bosque que creció se consideró excelente dadas las precarias características del suelo. Se estimó de gran importancia la influencia benéfica del clima y del régimen hídrico del suelo que está influenciado por el estero que lo originó. De acuerdo con las características observadas, se clasificó en la clase VII 2s.

Plantación *Pinus pinaster* Ait.

Geomorfología : lomajes de topografía abrupta, disectado por quebradas de cursos intermitentes.

Material generador : cenizas volcánicas modernas andesíticas y basálticas.

Observaciones:

Suelo perteneciente a la categoría de los trumaos, la principal limitante es la pendiente; sitio de excelente calidad desde el punto de vista forestal. De acuerdo con las características observadas se clasificó en la clase VII 1s.

2.2.7 Descripción de las especies en estudio.

Cupressus lusitánica Mill.

Arbol de hábito variable, de hasta 30 m de altura, de copa redondeada o piramidal, con ramas extendidas, ramitas péndulas, dispuestas en varios planos, follaje verde oscuro. La corteza es café rojiza, agrietada longitudinalmente. Hojas escuamiformes mayores de 1 mm de largo, aovadas, agudas o subagudas, ligeramente separadas en las puntas. Conos femeninos globosos, de 1 a 1.5 cm de diámetro, cubiertos por una eflorescencia cuando jóvenes, que desaparece al madurar ; escamas de 6 a 8 con un mucrón dorsal bien desarrollado,conteniendo 8 a 10 semillas bajo cada escama (Parodi, 1959; Rodríguez, 1981; Rodríguez y Rodríguez, 1994).

Area de distribución natural.