



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales

Diferencias en el diámetro de lúmenes de vasos en *Alnus cordata* y *Alnus subcordata*

Patrocinante: Sr. Juan E. Diaz- vaz

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

CONSUELO CAROLINA CORREA CAMPOS

VALDIVIA

2007

CALIFICACIÓN DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

		Nota
Patrocinante:	Sr. Juan E. Diaz-vaz	...6.0...
Informante:	Sr. Aldo Rolleri	...5.6...
Informante:	Sr. Hernán Poblete	...5.8...

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

Sr. Juan E. Diaz-vaz O.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a Dios por sobre todas las cosas y a todas las personas que de alguna u otra forma hicieron posible este trabajo de titulación.

En primer lugar a mis profesores de la comisión calificadora, Sr. Juan E. Diaz-vaz, Sr. Aldo Rolleri y Sr. Hernán Poblete. A todos ellos muchas gracias por su apoyo y ayuda cuando la necesité.

Quisiera agradecer también a la Srta., Alicia Fernández quien me guío y ayudó en el análisis de laboratorio.

También quisiera agradecer a la Sra. María Eugenia quien me entregó mucho cariño y fuerza para seguir adelante.

Quisiera agradecer a mis hermanos y a mis queridos amigos Karin y Gringo que de alguna u otra forma estuvieron conmigo durante este trabajo.

Sin lugar a duda, a las personas más importantes en mi vida a quienes le agradezco todo lo que soy, mis padres Maritza y José quienes me entregaron valores y enseñanzas que no se aprenden en la universidad.....te quiero mucho mamá y papá.

ÍNDICE DE MATERIAS

		Página
1	INTRODUCCIÓN	1
2	MARCO TEÓRICO	2
2.1	Antecedentes generales acerca de la estructura anatómica en latifoliadas	2
2.1.1	Características anatómicas de los vasos	2
2.1.2	Asociación de los vasos	4
2.2	Variaciones que afectan la estructura anatómica de latifoliadas	4
2.2.1	Variaciones en el árbol	4
2.2.2	Variaciones entre árboles de la misma especie	5
2.3	Factores que afectan la estructura anatómica de los árboles	6
2.3.1	Heredabilidad	6
2.3.2	Equilibrio nutritivo	6
2.3.3	Hormonas vegetales	7
2.3.4	Medio ambiente	7
2.4	Antecedentes generales de la especie	8
2.4.1	Clasificación taxonómica	8
2.4.2	Distribución geográfica	8
2.4.3	Características botánicas	8
3	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	8
3.1	Materiales	8
3.1.1	Materiales experimentales	8

CONTINUACIÓN ÍNDICE DE MATERIAS

3.1.2	Accesorios y equipos	9
3.2	Método	9
3.2.1	Obtención del material experimental	9
3.2.2	Extracción de probetas, muestras y mediciones de vasos	9
3.2.3	Diseño experimental	10
4	RESULTADOS	10
4.1	Resultado estadística descriptiva	10
4.2	Resultado estadística inferencial	12
4.2.1	Resultados para <i>Alnus cordata</i>	12
4.2.2	Resultados para <i>Alnus subcordata</i>	15
4.2.3	Diferencias entre especies	20
5	DISCUSIÓN	22
6	CONCLUSIONES	24
7	BIBLIOGRAFÍA	25

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Diámetro de lumen de vasos promedio, según anillo n° en <i>Alnus cordata</i>	13
Figura 2	Diámetro de lumen promedio, según posición dentro del anillo en <i>Alnus cordata</i>	14
Figura 3	Diámetro de lumen promedio por anillo n°, según tipo de madera en <i>Alnus cordata</i>	14
Figura 4	Diámetro de lumen promedio, según árbol n°, en <i>Alnus cordata</i>	15

CONTINUACIÓN ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5	Diámetro de lumen promedio, según anillo n°, en <i>Alnus subcordata</i>	17
Figura 6	Diámetro de lumen promedio, según posición dentro del anillo en <i>Alnus subcordata</i>	18
Figura 7	Diámetro de lumen promedio, según posición dentro del anillo versus anillo n°, en <i>Alnus subcordata</i>	18
Figura 8	Diámetro de lumen promedio, según árbol n°, en <i>Alnus subcordata</i>	19
Figura 9	Diámetro de lumen de vasos promedio según especie	20
Figura 10	Diámetro de lumen de vasos promedio, según posición dentro del anillo	21

ÍNDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1	Resumen estadística descriptiva para diámetro de lumen en <i>Alnus cordata</i>	11
Cuadro 2	Resumen estadística descriptiva para diámetro de lumen en <i>Alnus subcordata</i>	11
Cuadro 3	ANOVA para diámetro de lumen en <i>Alnus cordata</i>	12
Cuadro 4	Test de Tukey para diámetro de lumen, según anillo n° en <i>Alnus cordata</i>	12
Cuadro 5	Test de Tukey para diámetro de lumen, según posición dentro del anillo, en <i>Alnus cordata</i>	13
Cuadro 6	Test de Tukey para diámetro de lumen, según árbol n° en <i>Alnus cordata</i>	15
Cuadro 7	ANOVA para diámetro de lumen en <i>Alnus subcordata</i>	16
Cuadro 8	Test de Tukey para diámetro de lumen, según anillo n° en <i>Alnus subcordata</i>	16

CONTINUACIÓN ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 9	Test de Tukey para diámetro de lumen, según posición dentro del anillo, en <i>Alnus subcordata</i>	17
Cuadro 10	Test de Tukey para diámetro de lumen de vasos según árbol n° en <i>Alnus subcordata</i>	19
Cuadro 11	ANOVA para diámetro de lumen de vasos según especie	20

RESUMEN EJECUTIVO

En este estudio de las diferencias anatómicas significativas en *Alnus cordata* y *Alnus subcordata*, se dispuso de una muestra de 10 trozas, 5 de cada especie, pertenecientes a una plantación establecida en el año 1977 para *Alnus cordata* y 1979 para *Alnus subcordata* pertenecientes al Arboretum de la Facultad de Ciencias Forestales, UACH, ubicado en la XIV región de Los Ríos, en la ciudad de Valdivia, sector Isla Teja, fundo Teja Norte.

Se encontraron diferencias en el diámetro tangencial en lúmenes de vasos, a través del anillo y desde médula a corteza, en *A. cordata* y *A. subcordata*. Pero éstas diferencias no fueron estadísticamente significativas entre ambas especies. El diámetro de los lúmenes presentó la misma tendencia de variación.

La diferencia más notoria se pudo observar en el tipo de madera, ya que la madera intermedia presentó los valores promedio más elevados, ésta característica se observó en las dos especies, sobrepasando levemente el *Alnus subcordata* a *Alnus cordata* con 58,94 y 57,70 micrómetros respectivamente, en el diámetro de lumen de vasos.

En cuanto al diámetro de sus lúmenes desde médula a corteza, gráficamente se observó un leve ascenso desde el anillo número 1 al anillo número 5 en ambas especies, *Alnus cordata* y *Alnus subcordata*, para después mantenerse con valores constantes desde el anillo número 7 hasta el anillo número 13. Esta tendencia se puede asociar a la formación de madera juvenil en los primeros cinco años de crecimiento del árbol, para después continuar desde el anillo 7 en adelante formando madera madura.

El Test de Tukey, no entregó diferencia con respecto a los valores de los diámetros de lúmenes entre las especies y tampoco desde médula a corteza.

Al realizar el análisis de varianza entre las dos especies, el diámetro tangencial de lúmenes de médula a corteza, aumentó de 39,32 a 51,59 micrómetros en *Alnus cordata* y de 41,20 a 53,24 micrómetros en *Alnus subcordata*.

Al analizar las diferencias entre ambas especies mediante el análisis de varianza ANOVA demostró que las especies no presentan diferencias estadísticamente significativas en los diámetro de lúmenes.

Palabras claves: Aliso, diámetro de lumen, tipo de madera.

1. INTRODUCCIÓN

En Chile, el sector forestal es uno de los más importantes de nuestra economía. Ha contribuido al desarrollo y a la creación de nuevos mercados, gracias a las continuas investigaciones de especies productivas. Al mismo tiempo impulsando la investigación en busca de nuevas especies.

De lo anterior, se desprende el objetivo de este estudio, que pretende entregar información acerca de especies poco conocidas en el ámbito forestal en nuestro país.

La importancia de las dimensiones celulares, por ejemplo, diámetro, largo de las células, ancho de la pared celular, se funda en la incidencia que ellas tienen en las propiedades de la madera. Estas dimensiones celulares no son otra cosa que guarismos que representan la expresión morfológica de la cantidad de material leñoso existente en una madera. Dependen tanto de la información genética que poseen los individuos como del ambiente en que crecen los árboles.

En el presente trabajo, se estudiarán posibles diferencias en cuanto al diámetro tangencial de lúmenes de vasos en dos especies, *Alnus cordata* y *Alnus subcordata*, y además se analizará si sus diámetros siguen una tendencia similar de variación. De esta manera, se podrán identificar sus diferencias y establecer un precedente en cuanto a propiedades físicas y mecánicas, aportando así conocimientos para usos finales, tales como muebles, madera estructural o pulpa de papel.

Bajo estos conceptos es interesante evaluar las principales diferencias que existen entre estas dos especies en cuanto a la importancia en el diámetro de lúmenes celulares, ya que esta característica permite aportar información para establecer una opinión en cuanto a resistencia mecánica, afinidad con productos polares ya sea, agua, pegamentos e impregnantes.

Objetivo general:

- Determinar si existen diferencias significativas en el diámetro en lúmenes de vasos entre *Alnus cordata* y *Alnus subcordata*.

Objetivo específico:

- Determinar si existen diferencias significativas en el diámetro en lúmenes de vasos desde médula a corteza.
- Determinar si existen diferencias significativas en el diámetro en lúmenes de vasos en cada una de las especies estudiadas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes generales acerca de la estructura anatómica en latifoliadas.

Tanto las células de latifoliadas como las de coníferas, se disponen en dos direcciones, es decir, células alargadas longitudinalmente y células alargadas transversalmente. A pesar de estas similitudes, las latifoliadas poseen un plan leñoso más complejo que las coníferas.

El sistema longitudinal en madera de latifoliadas, está configurado por elementos parenquimáticos y prosenquimáticos. El sistema transversal, en cambio, se compone exclusivamente de células parenquimáticas.

Las células más notorias del sistema axial son los vasos los que se conocen también como traqueas o poros. Estas son células de lúmenes amplios notoriamente mayores al resto de las células, que se unen por sus extremos formando cadenas axiales muy largas, que pueden llegar a medir varios metros de longitud (Díaz-vaz, 2003).

2.1.1 Características anatómicas de los vasos.

Los vasos constituyen entre el 5 y el 60% del volumen de la madera, están formados por células sin contenido protoplasmático, dispuestas axialmente, cuya característica principal es que las paredes transversales están dispuestas total o parcialmente de forma que existe una comunicación perfecta entre una célula y la siguiente. Por otra parte, la comunicación transversal se realiza a través de punteaduras areoladas (si se comunican con fibras o traqueidas) o punteaduras simples (si se comunica con parénquima), cuyo tamaño es sensiblemente inferior al de las coníferas, siendo raro que superen las 6 μm (Vignote *et al.*, 2000).

Los vasos provienen de las células fusiformes del cambium. A diferencia de las demás células longitudinales, los elementos vasculares de la madera de Chopo y muchas otras incrementan un mayor crecimiento en diámetro (Departamento de Castilla y León, 1997).

Existen también variaciones en el diámetro de vasos y de fibras tanto en altura como en diámetro de los fustes, es decir, a medida que se asciende hacia la copa hay una disminución tanto en el diámetro radial como en el tangencial de los vasos (Leclercq, 1996).

Lei *et al.*, (1997) indican por su parte, que para la especie *Alnus rubra* existe una correlación positiva y significativa entre el diámetro de los vasos y el crecimiento. Esto en contraste con otros resultados, que indican que para otras especies de porosidad difusa, el diámetro de los vasos y el crecimiento presenta una correlación negativa.

Peszlen (1994) analizó la influencia que tiene la edad sobre las características anatómicas en diferentes variedades de *Populus*. Se encontró una variación significativa de las características anatómicas entre dos árboles de la misma variedad *Populus*, exceptuando al diámetro de los vasos y los radios leñosos. Estas variaciones son atribuidas a efectos del medio ambiente, debido a que los árboles de un mismo clon tienen idéntico material genético.

Las mayores diferencias detectadas por Peszlen (1994) se presentan dentro de los árboles, específicamente, desde médula a corteza. Los resultados entregados por el análisis de varianza indican la importancia del efecto de la edad sobre el tamaño de su estructura celular. Esto es, debido probablemente al incremento en tamaño que tiene las células con la edad del árbol, situación directamente relacionada con el desarrollo del fuste y la copa.

Peszlen (1994) señala, además, que la edad o mejor dicho el número de anillos desde la médula a la corteza afecta significativamente a cada variable anatómica. Por ejemplo, encontró que el 79% de los cambios que se presentan en el diámetro de los vasos son debido a la edad del árbol.

Con respecto a los cambios en dirección radial, desde médula a corteza, Peszlen (1994), obtuvo lo siguiente: primero se presenta un rápido cambio en el tamaño de los vasos, el que es típico para la madera juvenil, posteriormente hay una zona de transición, y que finalmente con la madera madura toma valores relativamente más constantes, esto es, relación entre la edad y propiedades anatómicas. Finalmente, el autor señala que, por lo general, el diámetro de los vasos y las fibras se incrementa, y la pared celular y el área de los radios disminuyen con el aumento de la edad.

Al analizar otras especies con distribución difusa de sus vasos, como es el caso *Eucalyptus spp.*, Wilkes (1998) encontró que en los primeros 10 a 20 años de desarrollo, ocurre un marcado incremento en el diámetro de los vasos, pared de los tejidos y largo de fibras (10, 30 y 50 % respectivamente).

En ensayos realizados por Mariani *et al.*, 2005 se aprecia un marcado incremento en la proporción de vasos con la altura, en *Eucalyptus nitens* de 9 años; especialmente cuando se está sobre el 50% de la altura comercial, donde el porcentaje de vasos incrementa en 41 y 69% para madera temprana y tardía respectivamente desde la base a la zona apical. Este aumento es una respuesta natural por las mayores necesidades fisiológicas que posee el árbol en la zona apical para su desarrollo.

La variación del diámetro y número de vasos es diferente en los distintos segmentos de madera temprana, madera intermedia y madera tardía que conforman el anillo. Según Hudson *et al.*, (1998), hay pocos y pequeños vasos en la madera temprana, un número elevado de vasos grandes en la madera intermedia, para luego disminuir nuevamente en la madera en número y tamaño de madera intermedia a madera tardía. El elevado número de vasos grandes en la madera intermedia se ha explicado como resultado del aumento en la demanda de agua en el verano. Por su parte Williams (1994), determinó un número menor de vasos en madera tardía de *Eucalyptus nitens*, *E. globulus* y *E. regnans*.

Las características de las variaciones anatómicas de la madera van a depender de la influencia medio ambiental, del factor genético, además de la silvicultura aplicada en el crecimiento de la planta. Hudson *et al.*, (1998) señalan que la morfología de los vasos está influida por el medio ambiente, ya que al aumentar la aridez el diámetro y el largo de los vasos disminuye. Sin embargo, su número se ve incrementado.

Para el caso de las betulaceae, específicamente *Alnus glutinosa*, su madera presenta vasos en distribución difusa. Se encuentran, exclusivamente, agrupados en alineación múltiple de 4 o más vasos o en formaciones radiales u oblicuas en un número superior a 40 vasos por mm², con un diámetro medio tangencial inferior a 100 µm (García *et al.*, 2003).

2.1.2 Asociación de los vasos

Muy importante resulta la asociación que puede apreciarse entre los vasos. Se distinguen al menos tres tipos de asociación en los poros: solitario, múltiples y agrupados.

En cuanto al cambio del tamaño de los poros dentro del anillo de crecimiento, hay especies que tienen diferencias notorias de tamaño. En otras, en cambio, los poros no tienen diferencias relevantes en su diámetro desde el inicio al término del incremento anual.

Los segmentos de vasos, como también se denominan a estas células, tienen largos generalmente cercanos a un milímetro y características morfológicas y biométricas más o menos típicos en cada especie. Entre las características más relevantes de los vasos se tiene la forma de su sección, el grado de asociación entre ellos, el cambio de diámetro dentro del incremento anual y la forma de ordenarse dentro del anillo. Destacándose el agrupamiento en bandas tangenciales, bandas radiales, bandas diagonales y ordenamiento ramificado (Díaz-vaz, 2003).

Existe una gran diversidad en cuanto al tamaño de los vasos entre especies, así como también dentro del incremento anual, alcanzando en algunos casos, diámetros tan grandes que las células pueden llegar a ser más anchas que largas. De todas las células de latifoliadas, los vasos presentan las diferencias más notorias de acuerdo a sus dimensiones.

2.2 Variaciones que afectan la estructura anatómica de latifoliadas

2.2.1 Variaciones en el árbol.

Es aceptado desde el trabajo de Sanio, citado por Delmastro *et al.*, (1982), que el largo de fibras aumenta desde la médula a la corteza, así como también se han encontrado diferencias en la estructura anatómica al separar las zonas de madera juvenil, intermedia y madura (Delmastro *et al.*, 1982). Esto se explica por el hecho que la parte central del árbol presenta forma, estructura y disposición de células diferentes a las de la periferia. Estos cambios de longitud de las células se relacionan

con los cambios de longitud que se producen en las células iniciales fusiformes del cambium (Díaz-vaz, 2003).

2.2.2 Variaciones entre árboles de la misma especie.

Las diferencias que se presentan en las dimensiones de las células entre árboles de una misma especie, son características heredadas de los árboles padres. Estas diferencias genotípicas pueden ser, además, modificadas en distinto grado, por el efecto que ejerce el ambiente sobre el crecimiento de los árboles. Por lo tanto estas diferencias se pueden dar entre árboles de distinta localidad, entre rodales de una misma localidad, entre árboles de un mismo rodal y dentro de un mismo árbol.

Las dimensiones de las células varían en un rango muy amplio, incluso dentro de una misma pieza de madera. Por este motivo se obliga a medir gran cantidad de células si se quieren obtener dimensiones promedio más o menos representativas de una muestra de madera. Por otra parte, el tamaño microscópico de las células hace necesario utilizar técnicas especiales que aseguren una medición correcta. Ambos aspectos son relevantes si se quiere obtener valores confiables (Díaz-vaz, 2003)

Es aceptado desde el trabajo de Siebert e Izaurieta (1973), que las especies latifoliadas nativas de Chile presentan diferencias reducidas entre árboles. Estos autores estudiaron el largo y el diámetro de las fibras en cuatro especies latifoliadas. Los resultados de este estudio, realizado en dos árboles maduros, indican diferencias pequeñas en los promedios de largo de fibra. En el caso de *Laurelia philippiana* (tepa) las diferencias registradas fueron de sólo 1,7%. Una mayor diferencia la encontraron en el caso de *Eucryphia cordifolia* (ulmo) con 11,8%. Los resultados que estos autores obtuvieron para el diámetro de las fibras indican en el caso de *Laurelia philippiana* (tepa) diferencias de 5%. En *Nothofagus dombeyi* (coigüe), en cambio, las diferencias detectadas alcanzaron al 14,9%.

Las variaciones de las dimensiones celulares no sólo se producen en el largo de las células, también cambian las dimensiones transversales de las células respecto a la posición que tiene cada célula en el fuste. Estos cambios se explican, en gran parte, por efecto de las señales hormonales y la disponibilidad de sustancias formadoras de pared celular (Díaz-vaz, 2003).

Las dimensiones transversales (diámetro y ancho de pared), cambian con la edad de los árboles. Estos cambios se producen por la mayor edad del cambium y el hecho de que éste se va distanciando de la parte alta de la copa.

Los cambios en las dimensiones celulares transversales más importantes son los que ocurren dentro del incremento anual. Las diferencias que allí se presentan son significativas y en muchas especies fáciles de apreciar. En otras especies en cambio resulta difícil distinguirlas.

En madera de latifoliadas, las diferencias de dimensiones entre el inicio y el fin de los anillos de crecimiento son variadas y depende de la especie. En su mayoría las

latifoliadas, presentan un achatamiento radial de fibras y traqueidas en la zona terminal de los anillos, lo cual ayuda a reconocer, en esas especies, el término de cada crecimiento anual (Díaz-vaz, 2003).

Resulta importante poder identificar entre las especies las diferencias que existen en cuanto al tamaño de sus células, ya que esta característica es muy variada en las distintas especies y dependerá de muchas variables ya sean características genotípicas o efectos que ejerce el medio ambiente.

2.3 Factores que afectan la estructura anatómica de los árboles

La intensidad con que crece una planta o un órgano vegetal determinados, así como la forma que finalmente adquieren, están determinados por la acción conjunta de una multitud de factores complejos, internos y externos. Los factores internos son las condiciones existentes dentro de la planta, mientras que los externos son condiciones del ambiente en que ella vive (Hill *et al.*, 1964).

Entre los factores internos que afectan al crecimiento, puede mencionarse la herencia, el equilibrio nutritivo general de la planta, la presencia de sustancias reguladoras del crecimiento y la correlación entre las partes del vegetal (Hill *et al.*, 1964).

2.3.1 Heredabilidad

El concepto de heredabilidad es uno de los más importantes y más utilizados en genética cuantitativa. Los valores de heredabilidad expresan la proporción de la variación en la población que es atribuible a diferencias genéticas entre los individuos (Zobel y Talbert 1992), es decir representa la proporción de la variación genética respecto a la variación total de la población (Balocchi y Delmastro, 1993).

El grado al cual los progenitores transmiten sus características a su descendencia es de fundamental importancia para estimar los beneficios que pueden obtenerse de los programas de selección (Zobel y Talbert, 1992).

2.3.2 Equilibrio nutritivo

Las proporciones relativas de los alimentos, hidratos de carbono, grasas y proteínas, que se encuentran en la planta intervienen en gran medida en el tipo de crecimiento que ella realiza (Hill *et al.*, 1964). Son éstas las sustancias orgánicas que proporcionan los materiales para el crecimiento y que, debido a su composición un tanto inestable, contienen una provisión de energía potencial disponible para el organismo (Sinnott y Wilson 1965).

Puesto que las plantas sintetizan ellas mismas todos estos alimentos, el equilibrio nutritivo está condicionado por el suministro de sales inorgánicas disponibles, así como los factores que influyen sobre la fotosíntesis (Hill *et al.*, 1964).

2.3.3 Hormonas vegetales

En las distintas fases del desarrollo vegetal actúan como reguladores unas sustancias químicas denominadas hormonas vegetales, fitohormonas o reguladores de crecimiento naturales.

Se han identificado, hasta el momento, cinco grupos de fitohormonas: auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico y etileno. Existen sin embargo numerosas sustancias sintéticas, análogas o no en su estructura química a las fitohormonas, que presentan una actividad biológica similar a la de ciertas hormonas vegetales. El término regulador del crecimiento engloba a cualquier compuesto orgánico natural o sintético, que en pequeñas cantidades o pequeñas concentraciones promueva, inhiba o modifique cualitativamente el crecimiento y el desarrollo de la planta de forma similar a como lo hacen las hormonas vegetales. Todas las fitohormonas (productos naturales de la planta) son reguladores de crecimiento (Perez y Martínez-Laborde, 1994).

2.3.4 Medio ambiente

La diferencia en cuanto a la estructura anatómica puede ser un factor influenciado por muchos factores del medio, donde una temperatura más alta, un período vegetativo y fotoperíodos más prolongados, mayores precipitaciones y una mayor fertilidad del suelo favorecerían el incremento de las células (Delmastro *et al.*, 1980).

Uno de los factores de mayor incidencia sobre la constitución anormal de los árboles es la influencia de temperaturas extremas. La temperatura del aire, la velocidad del viento y las radiaciones incidentes forman un conjunto de factores encargados de modificar la morfología del árbol. Debido a un excesivo calentamiento de una zona del árbol por la acción del sol, se produce la desecación de la corteza, líber y cambium, seguida de una necesidad cortical, dejando al descubierto el leño, que al ser atacado por los rayos del sol se deseca a su vez y produce numerosas y pequeñas fendas de desecación longitudinal. El leño queda expuesto a la acción de los agentes externos y puede ser atacado por hongos, que se desarrollan en la herida expuesta cuando se encuentran en un ambiente favorable de humedad.

2.4 Antecedentes generales de las especies

2.4.1 Clasificación taxonómica.

Nombre científico: *Alnus cordata* y *Alnus subcordata*

Nombre común: Aliso

Familia: Betulaceae.

Etimología: *Alnus*, nombre clásico del Aliso. *Cordata*, del latín *cordatus*-a-um, cordado, con forma de corazón por sus hojas.

2.4.2. Distribución Geográfica.

La especie *Alnus cordata* es una especie originaria de Córcega y del sur de Italia. *Alnus subcordata* tiene su origen y distribución en Irán y Turcomenia, es originaria de áreas desérticas, frías y suelos mal drenados.

2.4.3 Características botánicas.

La madera recién corta de Aliso es de un color pálido, pero al cabo de poco tiempo se vuelve de un brillante tono pardo anaranjado, tiene textura fina y un vetado poco decorativo.

Éste árbol es de talla media, alcanzando los 45m de altura para el caso de ambas especies *Alnus cordata*, *Alnus subcordata*, se propagan por semillas o estacas; toleran el frío, son de crecimiento rápido. La madera de *A. cordata* se utiliza para leña y pulpa de papel, para el caso del *A. subcordata*, tableros contrachapados.

El Aliso no es una especie exigente en cuanto al sitio, pues prefiere terrenos con abundante agua y clima de cálido a templado frío, crece también en forma vigorosa en suelos estériles, siendo considerado como de gran importancia para mejorar terrenos pobres en nitrógeno.

3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

3.1. Materiales

3.1.1. Materiales experimentales.

Se dispuso de 5 trozos de madera de cada especie *Alnus cordata* y *Alnus subcordata* con año de plantación de 1977 y 1979, respectivamente, pertenecientes al Arboretum, predio de la Universidad Austral de Chile, ubicado en la Región de Los Ríos, en la ciudad de Valdivia, sector Isla Teja, fundo Teja Norte.

3.1.2. Accesorios y equipos.

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

- Micrótopo para realizar los cortes
- Alcohol
- Tinte para teñir las muestras (Fucsina).
- Adhesivo para fijar las muestras (Entellan).
- Portaobjetos
- Papel absorbente
- Huincha adhesiva
- Proyector
- Computador
- Cubreobjetos

3.2 Método

3.2.1. Obtención del material experimental.

Los cinco trozos de madera de, *Alnus cordata* y *A subcordata*, correspondían a un bosque ubicado en el Arboretum de la Universidad Austral de Chile. Estos trozos de madera fueron puestos a disposición después de un raleo realizado en el Arboretum, trozas de las cuales se dispuso el material para el estudio.

3.2.2. Extracción de probetas, muestras y mediciones de vasos.

Para obtener las probetas con las cuales determinar las diferencias entre las especies, primero se obtuvieron 10 rodela, a cada una de las rodela, de 3cm de espesor, se le tomaron muestras de su plano transversal para realizar los cortes microtómicos.

Después de obtenidos los cortes transversales del anillo, se procedió a teñirlos con Fucsina, luego un deshidratado en distintas concentraciones de alcohol (30, 50, 70, 90y 100%), para finalmente, realizar la fijación de los cortes con Entellan.

En ambas especies se encontró madera de reacción por lo tanto se tuvo que seleccionar los anillos que no presentaran este tipo de madera. Para la medición se seleccionaron los anillos nº 1, 3, 5, 7, 10, 11, 13, desde médula a corteza respectivamente.

Para medir el diámetro de los lúmenes de vasos las muestras fueron proyectadas sobre un telón, utilizando una ampliación de 400 veces, ésta proyección se realizó en cada uno de los anillo. Se midió el diámetro tangencial del lumen de 25 vasos según posición dentro del anillo, (madera temprana, madera intermedia y madera tardía) de cada anillo, avanzando desde médula a corteza, limitando la distancia tangencial a 1mm real.

3.2.3 *Diseño experimental*

Antes de realizar el análisis estadístico, se comprobó la normalidad de los resultados mediante el Test de Kolmogorov-Smirnov, así como la homogeneidad de las varianzas por medio del análisis de Bartlett

Se realizó un análisis de varianza multifactor con el software estadístico STATGRAPHICS 5.1 PLUS para determinar qué factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el diámetro de lumen de los vasos.

4. RESULTADOS

A continuación se entregan los resultados obtenidos, tanto para *Alnus cordata*, como para *Alnus subcordata*, así como las diferencias encontradas entre ambas especies, en relación con el diámetro del lumen de sus vasos.

4.1 Resultados estadística descriptiva

En los cuadros 1 y 2 se muestran los diámetros promedios en el lumen de vasos para *Alnus cordata* y *Alnus subcordata* respectivamente, según anillo, tipo de madera y árbol.

Cuadro 1. Resumen estadística descriptiva para diámetro de lumen en *Alnus cordata*.

	Promedio (μm)	Desv. Estándar	Límite inferior	Límite superior
Promedio total	48,65			
Anillos nº				
1	38,19	12,05	37,05	39,32
3	48,29	14,13	47,15	49,42
5	49,73	16,06	48,59	50,86
7	51,78	12,93	50,65	52,91
10	51,29	12,36	50,15	52,42
11	50,82	13,36	49,69	51,95
13	50,45	12,51	49,32	51,59
Tipo de madera				
Temprana	44,12	13,87	43,37	44,86
Intermedia	57,70	13,66	56,96	58,44
Tardía	44,13	13,68	43,39	44,87
Árbol nº				
6	46,33	16,27	45,38	47,29
7	48,94	13,42	47,98	49,89
8	45,36	11,43	44,41	46,32
9	50,11	12,58	49,15	51,07
10	52,50	13,91	51,55	53,46

Cuadro 2. Resumen estadística descriptiva para diámetro de lumen en *Alnus subcordata*.

	Promedio (μm)	Desv. Estándar	Límite inferior	Límite superior
Promedio total	49,20			
Anillos nº				
1	40,08	14,19	38,96	41,20
3	45,89	13,96	44,77	47,00
5	52,24	13,82	51,12	53,36
7	49,47	13,73	48,36	50,59
10	53,52	13,74	52,40	54,64
11	51,11	13,46	49,99	52,22
13	52,12	13,50	51,00	53,24
Tipo de madera				
Temprana	44,24	13,83	43,51	44,97
Intermedia	58,94	13,76	58,21	59,67
Tardía	44,43	13,74	43,70	45,16
Árbol nº				
1	49,28	15,15	48,34	50,23
2	46,33	12,55	45,38	47,27
3	49,50	14,18	48,55	50,44
4	51,49	14,14	50,55	52,44
5	49,42	12,33	48,48	50,37

4.2. Resultados estadística inferencial

4.2.1 Resultados para *Alnus cordata*.

El cuadro ANOVA (cuadro 3), demuestra que el factor anillo, posición dentro del anillo y el factor árbol, afectan en forma significativa al diámetro de lumen en los vasos. Esto se demuestra con el P-valor, que al ser menor que 0,05 indica una influencia estadística significativa al 95% de confianza.

Cuadro 3. ANOVA para diámetro de lumen en *Alnus cordata*.

Anova para diámetro lumen de vasos en <i>Alnus cordata</i> .					
Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado promedio	F-ratio	P-valor
A: Anillo	50797	6	8466,17	67,5	0,00
B: Posición dentro del anillo	107506	2	53753,1	428,59	0,00
C: Árbol	17444,8	4	4361,21	34,77	0,00
Residuos	327593	2612	125,419		
Total (corregido)	503341	2624			

** indica influencia significativa sobre la densidad al 95% de confianza

Ahora, una vez que se demostró la existencia de influencia de los factores mediante el análisis de varianza ANOVA, se debió comprobar las diferencias entre los distintos niveles de cada factor. Para esto, se realizó el test de comparaciones múltiples de Tukey para cada uno de los factores.

Cuadro 4. Test de Tukey para diámetro de lumen, según anillo nº, en *Alnus cordata*.

Anillo nº	Promedio (μm)	LS Sigma	Grupos homogéneos
1	38,18	0,57	X
3	48,28	0,57	X
5	49,72	0,57	XX
13	50,45	0,57	XX
11	50,81	0,57	X
10	51,28	0,57	X
7	51,78	0,57	X

En base a los resultados del test de Tukey, se observa que existen diferencias significativas entre los anillos, siendo el anillo nº 1 el de menor diámetro de lumen con un valor promedio de 38.18 μm , mientras que los valores aumentan desde el anillo nº 3 con 48.28 μm al anillo nº 7 con un valor máximo de 51.78 μm , para después mantenerse con valores similares desde el anillo nº 7 al anillo nº 13.

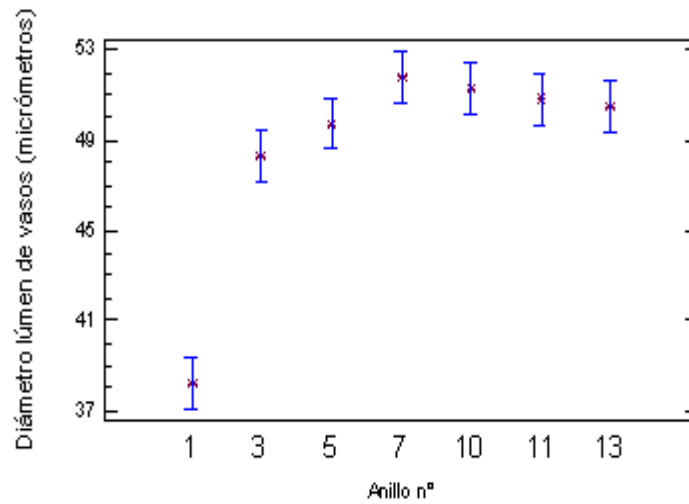


Figura 1. Diámetro lumen de vasos promedio, según anillo n° en *Alnus cordata*.

En cuanto a la posición dentro del anillo (madera temprana, madera intermedia, madera tardía, los resultados del cuadro 5 demostraron una significativa diferencia en la madera intermedia con un promedio de 57.69 μm .

Cuadro 5. Test de Tukey para diámetro de lúmenes, según posición dentro del anillo, en *Alnus cordata*

Posición dentro del anillo	Promedio (μm)	LS Sigma	Grupos homogéneos
Temprana (1)	44,11	0,37	X
Tardía (3)	44,13	0,37	X
Intermedia (2)	57,69	0,37	X

La figura número 2 ejemplifica la diferencia que existe entre madera temprana (1), madera intermedia (2) y madera tardía (3) observándose marcada diferencia en cuanto a la posición dentro del anillo en madera intermedia.

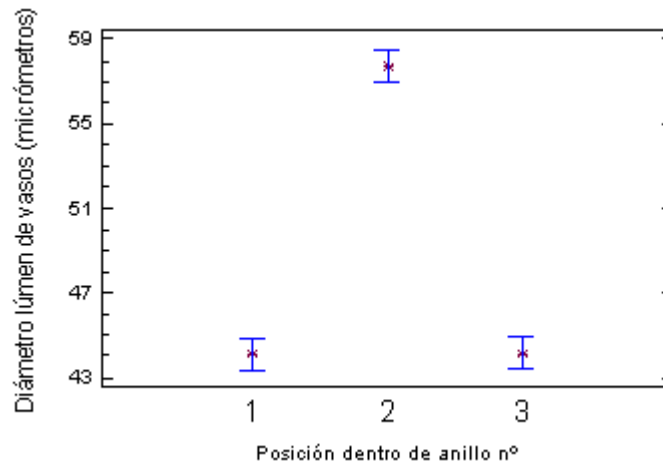


Figura 2. Diámetro de lumen promedio, según posición dentro del anillo, en *Alnus cordata*.

La figura número 3 refleja las diferencias existentes en el diámetro de lumen en los distintos tipos de madera, según anillo nº. Observando un ascenso en el anillo nº 1 al anillo nº 5 en madera intermedia, para después mantenerse constante hasta el anillo 13, iguales características se manifiestan en madera tardía, pero no así en madera temprana, donde se ve un aumento en el diámetro de lumen desde el anillo nº 1 al anillo nº 3, para después descender en el anillo nº 5 y mantenerse constante desde el anillo nº 7 hasta el anillo nº 13.

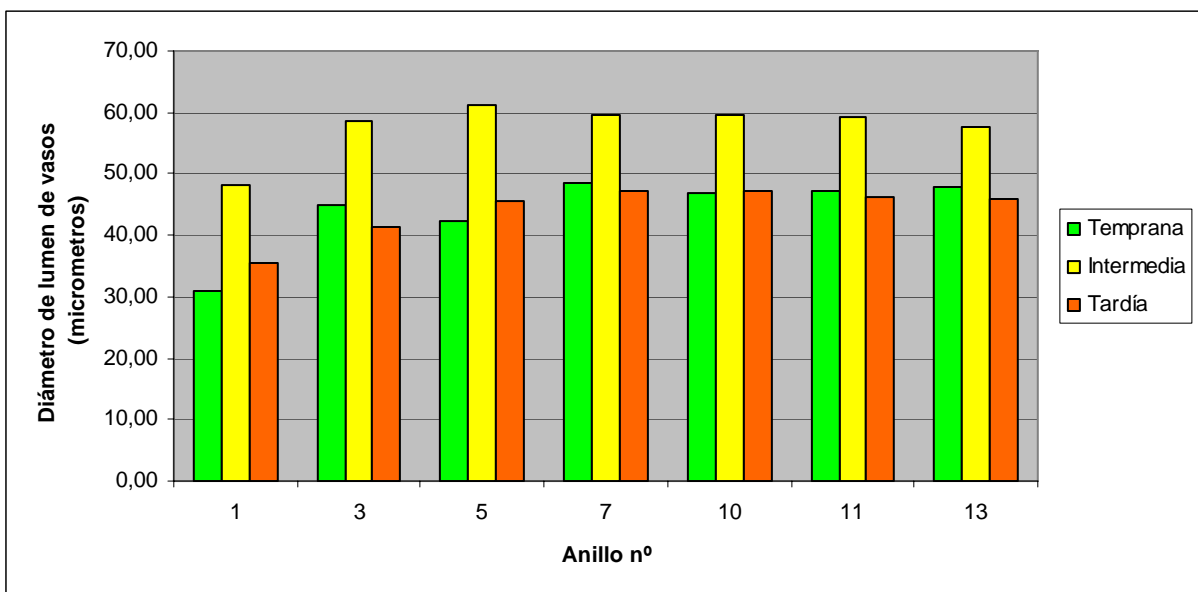


Figura 3. Diámetro de lúmenes promedio, por anillo nº, según tipo de madera, en *Alnus cordata*.

Entre los árboles también se encontraron diferencias estadísticas significativas, donde el menor valor promedio se registró en el árbol nº 8 con 45.36 μm , y el valor máximo con 52.50 μm en el árbol nº10.

Cuadro 6. Test de Tukey para diámetro de lúmenes, según árbol nº, en *Alnus cordata*

Árbol nº	Promedio (μm)	LS Sigma	Grupos homogéneos
8	45,36	0,48	X
6	46,33	0,48	X
7	48,93	0,48	X
9	50,11	0,48	X
10	52,50	0,48	X

En la figura 4 se puede apreciar la disparidad en cuanto al diámetro de lumen en los vasos existente entre árboles de la especie *Alnus cordata*, ya descrito anteriormente en el cuadro 3.

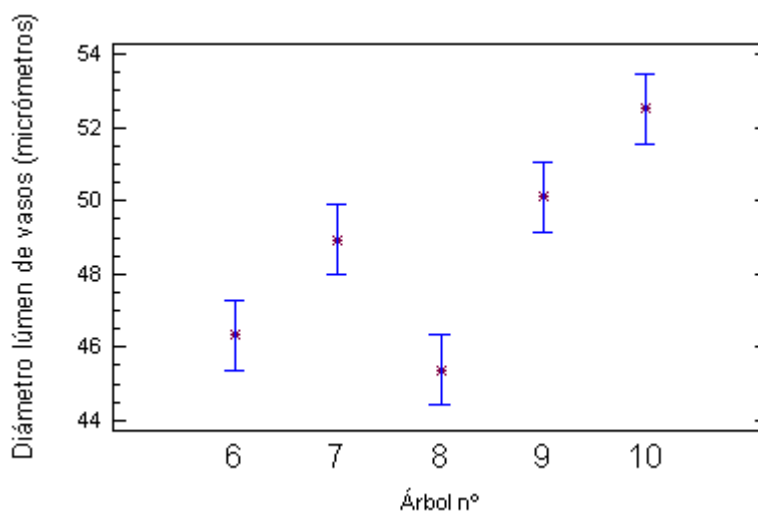


Figura 4. Diámetro de lumen promedio, según árbol nº, en *Alnus cordata*.

4.2.2 Resultados para *Alnus subcordata*.

El cuadro 7 demuestra, mediante el análisis de varianza ANOVA, que los factores anillo, posición dentro del anillo y árbol afectan en forma significativa al diámetro de lumen de los vasos en *Alnus subcordata*. Esto se demuestra con el P-valor que al ser menor a 0.05 indica una influencia significativa al 95% de confianza estadística.

Cuadro 7. ANOVA para diámetro de lumen en *Alnus subcordata*.

Anova para diámetro lumen de vasos en <i>Alnus subcordata</i>.					
Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado promedio	F-ratio	P-valor
A: Anillo	50357,5	6	8392,91	68,99	0,00
B: Posición dentro	124399	2	62199,31	511,31	0,00
C: Árbol	7165,46	4	1791,37	14,73	0,00
Residuos	317739	2612	121,646		
Total (corregido)	499661	2624			
** indica influencia significativa sobre la densidad al 95% de confianza					

El test de Tukey descrito en el cuadro 8 demuestra que entre anillos para *Alnus subcordata* existen diferencias notorias, encontrándose el valor mínimo promedio en el anillo n° 1 con 40.08 μm y el valor máximo en el anillo n° 10 con 50.52 μm .

Cuadro 8. Test de Tukey para diámetro de lumen, según anillo n°, en *Alnus subcordata*

Anillo n°	Promedio (μm)	LS Sigma	Grupos homogéneos
1	40,08	0,56	X
3	45,88	0,56	X
7	49,47	0,56	X
11	51,10	0,56	XX
13	52,12	0,56	XX
5	52,24	0,56	XX
10	53,52	0,56	X

En la figura 5 se ejemplifican las diferencias encontradas dentro de la especie *Alnus subcordata* en cuanto al diámetro de lumen entre anillos. Se puede apreciar una marcada diferencia en los distintos anillos encontrándose el valor mínimo en el anillo n° 1 con 40.08 μm , aumentando sus valores hasta el anillo n° 5 con 52.24 μm , no se muestra una tendencia desde anillo n° 7 al anillo n° 13 encontrándose el valor máximo en el anillo n° 10 con 53.52 μm .

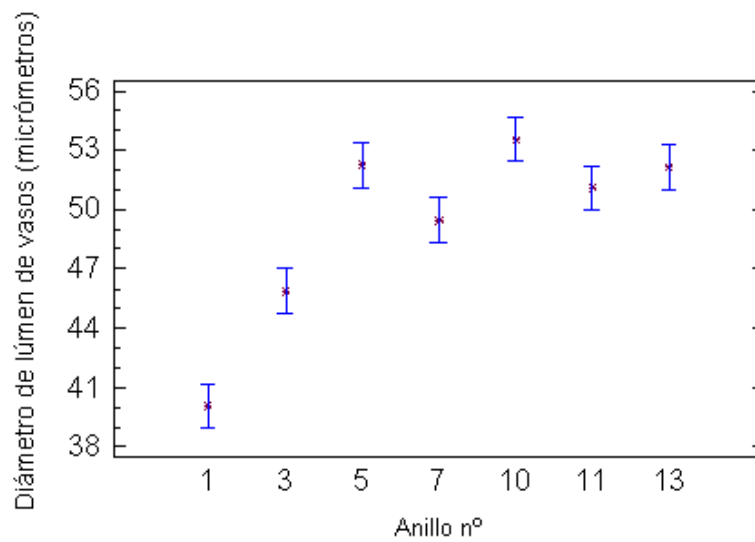


Figura 5. Diámetro de lumen promedio, según anillo nº, en *Alnus subcordata*.

El test de Tukey indica la diferencia que existe en cuanto a la posición dentro del anillo (madera temprana (1) madera intermedia (2) y madera tardía (3). Encontrándose el valor máximo en madera intermedia con un diámetro de lumen en los vasos de 58.93 µm.

Cuadro 9. Test de Tukey para diámetro de lumen, según la posición dentro del anillo, en *Alnus subcordata*

Posición dentro del anillo	Promedio (µm)	LS Sigma	Grupos homogéneos
Temprana(1)	44,23	0,37	X
Tardía(3)	44,43	0,37	X
Intermedia(2)	58,93	0,37	X

En la figura 6 se puede apreciar la marcada diferencia, según posición dentro del anillo descrita en el cuadro 9. La madera temprana y tardía presenta valores similares con 44.23 µm para madera temprana y 44.43 µm para madera tardía.

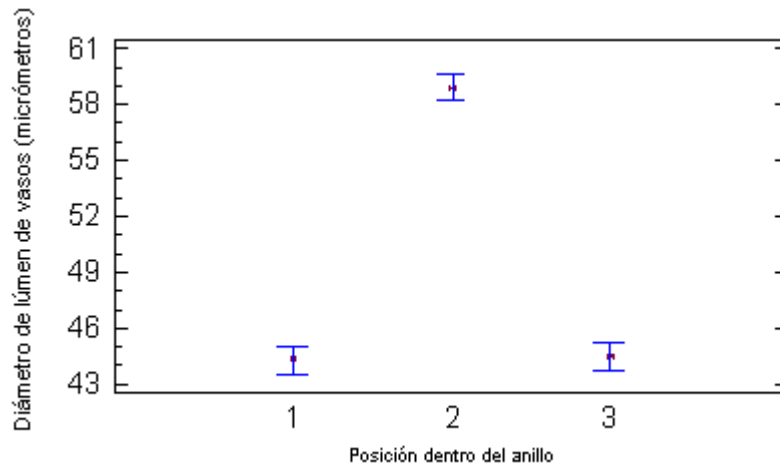


Figura 6. Diámetro de lumen promedio, según posición dentro del anillo, en *Alnus subcordata*.

En la figura 7 se muestra un ascenso en madera intermedia desde el anillo n° 1 al anillo n° 5, para después mantenerse constante desde el anillo n° 7 al anillo n° 13. En cuanto a la madera temprana, ésta asciende desde el anillo n° 1 al anillo n° 5 para después ser irregular desde el anillo n° 7 al anillo n° 13, condiciones similares para madera tardía.

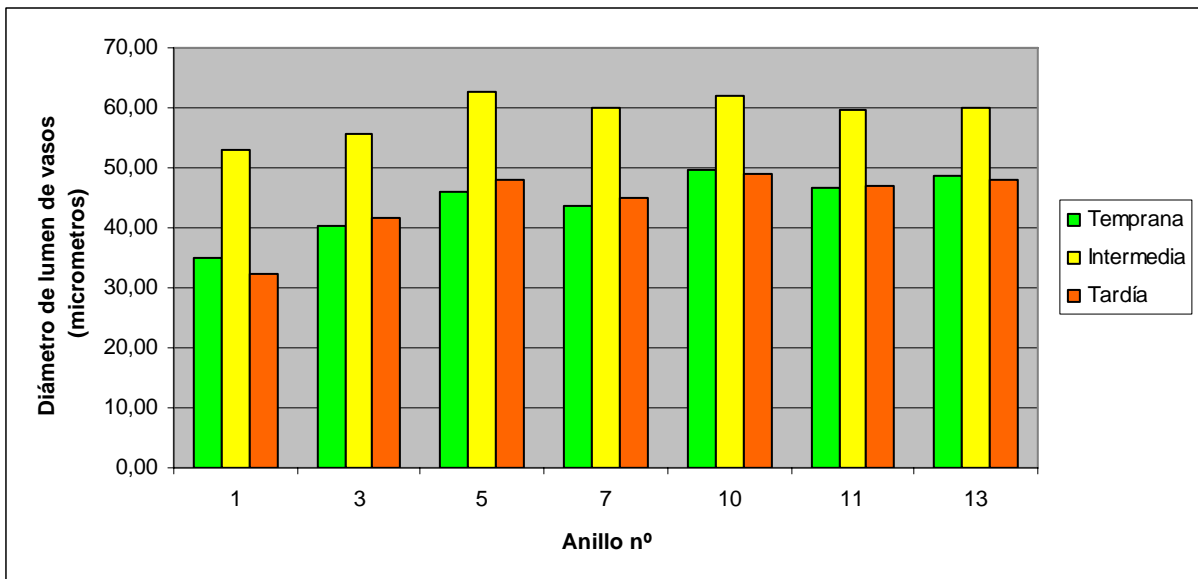


Figura 7. Diámetro de lumen promedio, según posición dentro del anillo versus anillo n°, en *Alnus subcordata*.

Las diferencias entre árboles también fueron notorias, tal como se aprecia en el cuadro 10. El diámetro menor promedio para *Alnus subcordata* lo obtuvo el árbol nº 2 con 46.32 μm y el diámetro mayor promedio el árbol nº 4 con 51.49 μm .

Cuadro 10. Test de Tukey para diámetro de lumen de vasos, según árbol nº, en *Alnus subcordata*.

Árbol nº	Promedio (μm)	LS Sigma	Grupos homogéneos
2	46,32	0,48	X
1	49,28	0,48	X
5	49,42	0,48	X
3	49,49	0,48	X
4	51,49	0,48	X

En la figura número 8 se pueden apreciar las diferencias entre árbol nº descritas anteriormente en el cuadro 10.

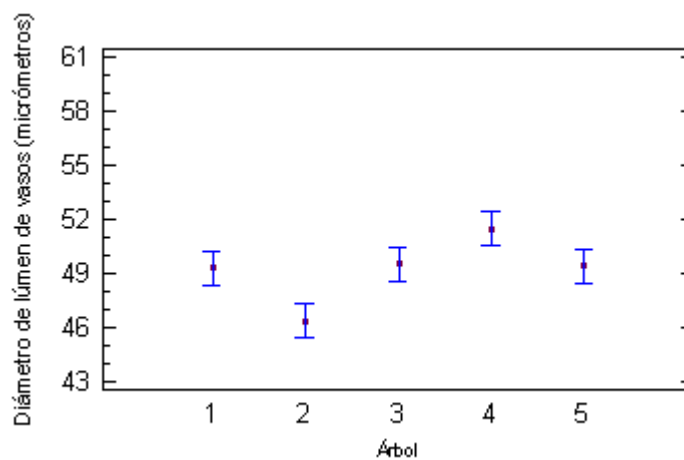


Figura 8. Diámetro de lumen promedio, según árbol nº, en *Alnus subcordata*.

4.2.3 Diferencias entre especies.

Se analizaron las diferencias entre *Alnus cordata* y *Alnus subcordata*, el análisis de varianza ANOVA muestra que la especie no influye en forma estadísticamente significativa al diámetro de lumen. (Cuadro 11).

Cuadro 11. ANOVA para diámetro lumen de vasos, según especie.

Anova para diámetro de vasos entre especies.					
Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado promedio	F-ratio	P-valor
Entre grupos	403,803	1	403,80	2,11	0,1461
Dentro de los grupos	1,00E+06	5248	191,12		
Total (Corr.)	1,00E+06	5249			

** indica influencia significativa sobre el diámetro lumen de vasos al 95% de confianza

En la figura 9 se puede apreciar que no existen diferencias notorias entre ambas especies *Alnus cordata* y *A subcordata*, dando resultados similares desde el anillo n° 1 al anillo n° 13.

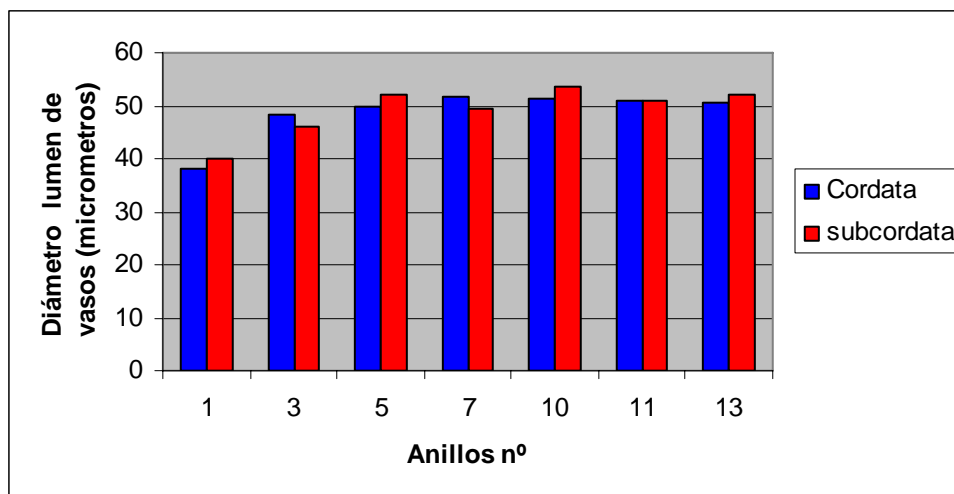


Figura 9. Diámetro lumen de vasos promedio, según especie.

También se analizaron los tipos de madera (madera temprana, madera intermedia y madera tardía dentro de los anillos de crecimiento para ambas especies, lo que se grafica a continuación:

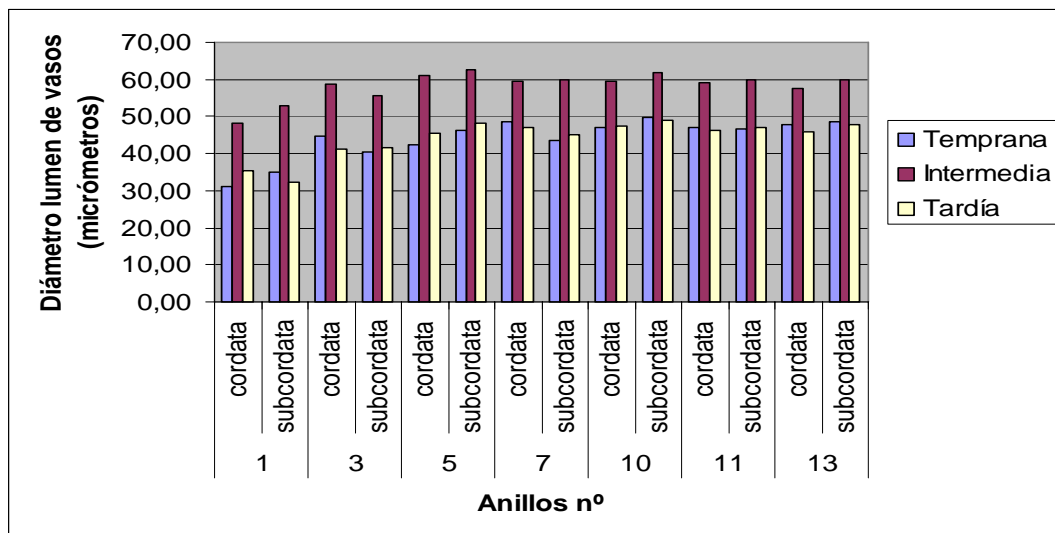


Figura 10. Diámetro lumen de vasos promedio según posición dentro del anillo.

En cuanto al diámetro de lumen en madera temprana, intermedia y tardía no se apreciaron diferencias significativas entre especies, ya que ambas especies presentaron tendencias similares en el diámetro de sus lúmenes.

5. DISCUSIÓN.

A partir de la variación en las distintas características de los vasos, se confirma el hecho de que al ir avanzando hacia la corteza los vasos aumentan en diámetro. Esta tendencia en el aumento en diámetro de los lúmenes de vasos coincide con lo propuesto por Peszlen (1994), ya que esto se debe al aumento en tamaño que tienen las células con la edad del árbol. Esta condición de crecimiento en el diámetro de los lúmenes de vasos se debe a la acción de las células iniciales fusiformes del cambium, ya que en la primera etapa de la diferenciación celular, se producen dos divisiones en las células cambiales, las divisiones periclinales y las divisiones anticlinales, la primera, responsable del crecimiento en diámetro de los árboles, generando centrífugamente células que incrementan el floema y centripetamente células que se agregan al xilema (Díaz-vaz, 2003).

La diferencia que existe en el diámetro de lumen en los vasos desde médula a corteza entre los anillos nº 1 con un 37.18 y el anillo nº 7 con un 51.78 μm en *Alnus cordata*, y entre los anillos nº1 con 40,08 y el anillo nº 5 con 52,24 μm se debe según Peszlen (1994) a que en los primeros años de crecimiento, el árbol presenta un rápido cambio en el tamaño de los vasos, el que es típico para la madera juvenil, posteriormente hay una zona de transición, y que finalmente con la madera madura toma valores relativamente más constantes. Peszlen señala que por lo general, el diámetro de los vasos y las fibras se incrementan, y la pared celular y el área de los radios disminuyen con el aumento de la edad. Este crecimiento de las células desde médula a corteza según lo propuesto por Díaz-vaz, (2003) se debe a la actividad del cambium producido cada año y a lo cercano que esté cada zona cambial de los meristemas apicales al momento en que se forma cada anillo de crecimiento, ya que el cambium al estar cerca de la copa tiene mayor disposición de sustancias fotosintetizadas, producidas en la parte superior del árbol y que inciden en las dimensiones finales de la célula.

En cuanto a la posición dentro del anillo, en ambas especies desde el anillo nº1 al anillo nº 13 se presentó el mayor valor en madera intermedia, esta característica según Hudson *et al.*, (1998), se debe al aumento de la demanda de agua en el verano, también estas variaciones en las dimensiones celulares van a depender de la influencia del medio ambiente, del factor genético, además de la silvicultura aplicada en el crecimiento del árbol, ya que al aumentar la aridez del terreno, el diámetro y el largo de los vasos disminuye, así como su número se ve incrementado.

Entre los árboles se registraron valores máximos, los cuales se observaron en el árbol nº 10 en *A. cordata* con 52,50 μm y en el árbol nº 4 para *A. subcordata* con 51,49 μm . Teniendo en cuenta los tres factores estudiados (árbol nº, anillo nº y tipo de madera), los mayores valores promedio en el diámetro de lúmenes de vasos lo obtuvo la especie *Alnus subcordata* con 49,20 μm , superando levemente a la especie *A cordata* que alcanzó un valor promedio de 48,65 μm . Esta diferencia no fue significativa estadísticamente.

En cuanto a la diferencia entre árboles, la especie *A. subcordata* presentó los mayores diámetros de lúmen sin ser estos valores significativos estadísticamente con respecto al *A. cordata*.

Las diferencias que se presentan en el diámetro de los lúmenes dentro de una misma especie, se deben a características heredadas de los árboles padres, estas diferencias genotípicas pueden ser modificadas, en distinto grado, por el efecto que ejerce el ambiente sobre el crecimiento de los árboles. En este caso los árboles pertenecen a un mismo rodal, lo que coincide con lo propuesto por Diaz-vaz, 2003.

6. CONCLUSIONES.

Se determinó como respuesta de los individuos al crecimiento, que el diámetro de lúmenes en los vasos aumenta a través de los anillos en dirección hacia la corteza.

En cuanto a las diferencias encontradas estas fueron significativas en el tipo de madera, ya que en ambas especies se encontró un marcado ascenso en el diámetro de lúmenes en vasos en la madera intermedia.

La variación que experimentó el diámetro de lumen en los anillos, fue similar en ambas especies, tanto en *A. cordata* como *A. subcordata* presentaron la misma tendencia de crecimiento. Un marcado ascenso desde el anillo nº 1 al anillo nº 5 para después mantenerse constante desde el anillo nº 7 al anillo nº 13.

Dentro del anillo de crecimiento, se registró una disminución en el diámetro de los lúmenes en la madera temprana como en la madera tardía, aumentando significativamente en la madera intermedia, esta tendencia se observó en ambas especies y, es una característica heredada de los padres, es decir, propia de cada especie.

No se presentaron diferencias significativas entre *Alnus cordata* y *Alnus subcordata*, ya que ambas especies presentaron similares características tanto en tendencia de crecimiento como en el diámetro de sus lúmenes en la posición dentro del anillo.

El método de proyección resultó adecuado en la medición de diámetros de lúmenes, ya que fue de fácil manejo y de buena resolución para poder medir de forma adecuada.

7. BIBLIOGRAFÍA.

Balocchi, C. Delmastro, R. 1993 *Principios de genética forestal* Valdivia, Universidad Austral de Chile, Fac, de Cs Forestales 180p.

Delmastro R.; Diaz-Vaz J.; Schlatter J. 1982. Variabilidad de las características tecnológicas hereditarias del *Pinus radiata* (D.DON). Informe técnico n°3 Valdivia Chile, Universidad Austral de Chile. 89p

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

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

Departamento de Castilla y León. 1997. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. La Madera de Chopo y sus Aplicaciones. 29-48pp

García E.; Guindeo A.; Peraza C.; De Palacios P.; 2003. La madera y su anatomía. Madrid, AiTiM. 327p

Hill, J. B; Overholts, L.O; Popp, H. W. Grove, A.R. 1964. *Tratado de Botánica*. 3 ed. Barcelona, Omega. 747p

Hudson I.; Wilson L.; Van Beveren K. 1998. Vessel and fibre property variation in *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus nitens*: some preliminary results. IAWA Journal. 19 (2): 111-130.

Leclercq, A. 1996. Wood Quality of White Willow. FAO- International Poplar Commission. 20 th Session, Budapest- Hungary. 1-4 october. 39-50 pp.

Lei, H., Gartner, L., Milota, M. 1997. Effect of Growth Rate on the Anatomy, Specific Gravity, and Bending of Properties of Wood from 7- year- old red alder (*Alnus rubra*). Canadian Journal Forestry Research. N° 27: 80-85.

Mariani, S.; Poblete, H.; Torres, M.; Fernández, A.; Morales, E.; 2005 Características físicas y químicas del *Eucalyptus nitens* con la altura. II Coloquio Internacional de pulpa de Eucalipto, 24-26 Mayo 2005. Concepción Chile.

Perez G. F. Martínez – Laborde, J. B. 1994. Introducción a la fisiología vegetal. Madrid, Mundi-Prensa. 218p

Peszlen, I. 1994. Influence of Age on Selected Anatomical Properties of Populus Clones. IAWA bulletin, 15 (3). 311-321.

Sinnott, E. W. y Wilson, K.S. 1965 Botánica; Principios y Problemas. 1 ed. México, Continental. 584p

Siebert, H., Izaurieta, J., 1973 Proporciones Volumétricas de los Principales Tipos de Células y Biometría de las Fibras en la Madera de Cuatro Latifoliadas del Bosque Nativo: *Nothofagus alpina*, *Nothofagus dombeyi*, *Laurelia philippiana*, *Eucryphia cordifolia*. Tesis Ing. Forestal, Universidad Austral de Chile, Fac. Ciencias Forestales, Valdivia Chile.

Vignote S.; Jiménez F. 2000. Tecnología de la madera. España, Ministerio de agricultura, pezca y alimentación. 635p

Wilkes, J ; 1998. Variations in wood anatomy within species of *Eucalyptus* IAWA bulletin 9(1): 13-23.

Williams, MD. 1994. Chemimechanical pulps from plantation eucalypts. Appita Journal. 47: 137-142.

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

ANEXOS

Anexo 1

Abstract

Executive Summary

This study is focused on the principle anatomical differences in *Alnus cordata* and *Alnus subcordata*. A sampling of 10 leg, 5 from each species, was used. The samplings were obtained from a plantation established in the year 1977 for *Alnus cordata* and 1979 for *Alnus subcordata*. Both plantations form part of University Austral of Chile's Forestry Sciences Faculty's Arboretum, located in the 14th Region of the Rivers, in the city of Valdivia, sector Northern Teja Island.

Differences in the tangential diameter in lumen vessels were found through the ring and from the pith to the bark, in *A. cordata* and *A. subcordata*. However, the differences between these species were not statistically significant due to the fact that the lumen's diameter demonstrated the same growth tendency.

Considering that the intermediate wood presented the highest average values, the most noticeable difference observed was in the type of wood. This characteristic was observed in both species, with *Alnus subcordata* slightly exceeding *Alnus cordata*, 58.94 and 57.70 micrometers respectively, in the diameter of lumen vessels.

In relation to the diameter of their lumens, from the pith to the bark, a slight ascent was graphically observed, from ring 1 one to ring number 5, in species, *Alnus cordata* and *Alnus subcordata*. Then, the values remained constant from ring number 7 to ring number 13. This tendency is due to the formation of juvenile wood in the first five years of tree growth, which then continues to form mature wood from ring 7 on.

The Tukey Test showed no differences in the lumens' diameter values, neither between the two species, nor from the pith to the bark.

Upon completing the variability analysis between the two species, the tangential diameter of the lumens from pith to bark, increased from 39.32 to 51.59 micrometers in *Alnus cordata* and from 41.20 to 53.24 micrometers in *Alnus subcordata*.

When the ANOVA variability analysis was applied to examine the differences between these two species, it showed that they present no significant statistical differences in relation to the diameter of the lumens.

Key Words: Aliso, lumen's diameter, type of wood.

Anexo 2

Promedio en el diámetro de lúmenes de vasos para *Alnus subcordata*, según anillo de crecimiento y posición dentro del anillo.

Cuadro 1 Promedio en el diámetro de lúmenes de vasos para *Alnus subcordata*, según anillo de crecimiento y posición dentro del anillo.

Anillo	Temprana	Intermedia	Tardía	Árbol
1	33,22	48,51	29,38	
3	36,89	56,95	36,14	
5	48,28	61,65	46,42	
7	41,17	58,05	50,18	
10	55,68	66,89	61,71	
11	41,16	54,20	45,18	
13	50,67	58,80	53,81	
1	29,42	43,46	30,03	
3	44,71	57,00	45,42	
5	44,24	58,54	42,19	
7	39,80	59,42	46,33	
10	39,88	57,30	44,44	
11	42,79	56,31	47,14	
13	45,56	57,15	41,75	
1	37,72	61,35	35,48	
3	40,17	53,82	41,40	
5	44,58	65,72	49,82	
7	42,68	65,45	40,42	
10	46,93	61,32	38,18	
11	44,01	67,36	46,94	
13	49,53	59,51	47,03	
1	36,17	59,03	34,80	
3	38,87	52,69	41,07	
5	45,47	63,79	52,52	
7	46,03	59,19	46,12	
10	53,80	67,64	54,89	
11	53,99	68,37	48,21	
13	44,76	65,47	48,45	
1	37,94	52,31	32,40	
3	41,30	57,39	44,50	
5	48,16	62,81	49,40	
7	48,14	57,52	41,57	
10	51,94	56,25	45,99	
11	50,67	52,72	47,54	
13	52,06	58,92	48,33	

Anexo 3

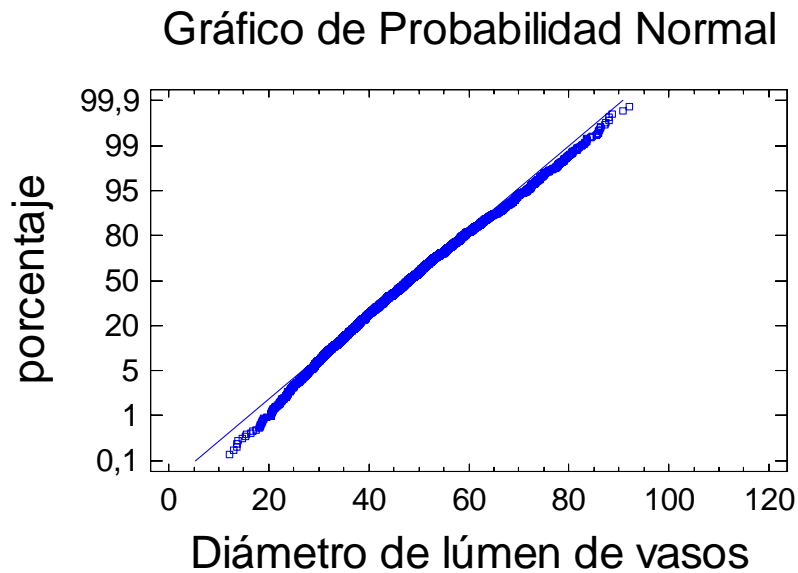
Promedio en el diámetro de lúmenes de vasos para *Alnus cordata*, según anillo de crecimiento y posición dentro del anillo.

Cuadro 2. Promedio en el diámetro de lúmenes de vasos para *Alnus cordata*, según anillo de crecimiento y posición dentro del anillo

Anillo	Temprana	Intermedia	Tardía	Árbol
1	20,83	45,36	31,63	6
3	42,15	48,42	38,64	
5	42,44	68,02	43,55	
7	45,08	56,92	44,28	
10	37,01	65,16	45,46	
11	46,58	63,84	38,88	
13	45,13	60,15	43,48	
1	37,21	49,65	33,60	7
3	46,33	57,99	35,63	
5	40,51	56,52	41,39	
7	43,97	59,36	42,39	
10	50,47	62,60	50,65	
11	48,92	64,17	46,05	
13	54,37	58,58	47,32	
1	28,57	52,36	37,96	8
3	40,09	57,30	39,93	
5	38,23	47,86	37,07	
7	50,63	54,00	44,97	
10	45,84	54,15	48,04	
11	43,96	46,12	47,20	
13	41,30	51,07	46,01	
1	32,70	49,17	30,26	9
3	44,44	55,39	40,83	
5	44,12	61,89	47,48	
7	49,89	64,07	57,74	
10	53,38	60,00	47,55	
11	45,39	63,99	50,37	
13	45,22	59,39	49,07	
1	35,31	44,20	44,04	10
3	51,54	73,86	51,80	
5	46,32	71,83	58,70	
7	53,39	63,77	46,25	
10	48,07	55,95	44,99	
11	51,37	57,40	48,06	
13	53,35	59,00	43,39	

Anexo 4
Pruebas de Normalidad y Homogeneidad de varianzas para *Alnus cordata*

Contraste de distribución normal



Distribución normal ajustada:

- media = 48,6494
- desviación típica = 13,85

Kolmogorov-Smirnov D >0.01*

Indica que la distribución es normal, con un 99% de confianza estadística.

2- Contraste de homogeneidad de varianza:

Contraste de Bartlett:

P-valor = 0,0546 para anillo.

P-valor = 0,0689 para tipo de madera.

P-valor = 0,0596 para árbol.

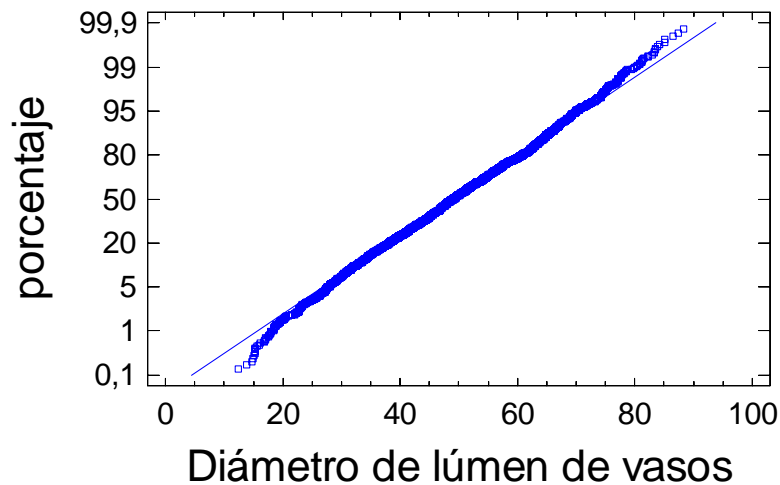
Como el P-valor es mayor a 0,05 se asume que las desviaciones típicas son las mismas dentro de cada nivel dentro de los factores, con un 95% de confianza estadística.

Anexo 5

Pruebas de Normalidad y Homogeneidad de varianzas para *Alnus subcordata*

Contraste de distribución normal

Gráfico de Probabilidad Normal



Distribución normal ajustada:

- media = 49,2041
- desviación típica = 13,7993

Kolmogorov-Smirnov D >0.01*

Indica que la distribución es normal, con un 99% de confianza estadística.

2- Contraste de homogeneidad de varianza:

Contraste de Bartlett:

P-valor = 0,0751 para anillo.

P-valor = 0,0604 para tipo de madera.

P-valor = 0,0512 para árbol.

Como el P-valor es mayor a 0,05 se asume que las desviaciones típicas son las mismas dentro de cada nivel dentro de los factores, con un 95% de confianza estadística.