



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales

**Evaluación del crecimiento y calidad de plantaciones de
Nothofagus dombeyi (Mirb). Oerst. establecidas en la
depresión intermedia de Valdivia**

Patrocinante: Sr. Pablo Donoso

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

LUIS ALEJANDRO IBARRA OYARZÚN

VALDIVIA
2008

CLASIFICACIÓN DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

		Nota
Profesor Guía:	Sr. Pablo Donoso H.	_____
Informante:	Sra. Dolly Lanfranco L.	_____
Informante:	Sra. Angélica Aguilar V.	_____

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. Pablo Donoso

Agradecimientos:

Este recorrido afortunadamente no lo hice sólo... siempre conté con el respaldo de seres queridos que estaban allí para apoyarme. Empezaré por mis padres, cuyo apoyo incondicional a pesar de mis errores me forjaron como persona y con su esfuerzo ahora en un profesional, que espera con ansias aportar a esta sociedad, así como ellos lo hacen día a día.

A mis inolvidables compañeros de casa (Villa Virginia), por tantas buenas experiencias y vivencias, por ese espíritu de "familia" que han logrado mantener, forjando un hogar pluralista, manteniéndose a pesar de la adversidad, avanzando y adecuándose a los tiempos, llegando a ser el único hogar mixto conocido, donde la diversión, el compañerismo y el estudio coexisten, haciendo este paso por la Universidad aún más enriquecedor.

A mis compañeros de carrera, especialmente a mis "cachañas", por su infaltable amistad, compañerismo, ñoñería y buenos momentos, compartiendo desde las prácticas, estudios, amanecidas con los informes y uno que otro momento de distensión, creciendo juntos como personas y futuros profesionales.

A Pablo Donoso, por su patrocinio en este tema, que me intereso muchísimo y aprendí a realizar un análisis fustal, por su ayuda en terreno y por darme la oportunidad de ser ayudante. A Dolly Lanfranco, por su ayuda en este tema, por el grato tiempo compartido no sólo académicamente, sino en temas más cotidianos. A Angélica Aguilar, por su ayuda y participación en actividades más allá de la universidad, encontrándonos en más de alguna oportunidad compartiendo en el Villa Virginia, y les agradezco además la posibilidad que también me dieron de trabajar como su ayudante.

Al profesor Trincado por la gestión de la beca EUFORLA, conociendo así Bolivia, su grata gente y cultura, la selva tropical y donde finalice mi tesis.

Con cariño a mis hermanas también, que disfruten el pasó por la U y logren finalizarla adquiriendo no sólo las herramientas para desenvolverse profesionalmente, sino también lazos importantes como la amistad.

ÍNDICE DE MATERIAS

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1 Antecedentes generales de la especie	2
2.1.1 Descripción de la especie	2
2.1.2 Distribución geográfica de la especie	2
2.1.3 Suelos	3
2.1.4 Clima	3
2.1.5 Sanidad del <i>Nothofagus dombeyi</i>	3
2.2 Antecedentes sobre plantaciones de <i>Nothofagus dombeyi</i>	4
2.3 Análisis de crecimiento	6
3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	7
3.1 Área de estudio	7
3.2 Caracterización de los rodales	8
3.2.1 Calidad de las plantaciones	9
3.2.2 Infestación	10
3.3 Análisis de crecimiento	11
3.3.1 Análisis fustal	11
3.3.2 Curvas de crecimiento	12
3.3.3 Análisis estadístico	13
4. RESULTADOS	14
4.1 Caracterización de los rodales	14
4.1.1 San José	14
4.1.2 Valdivia	14
4.1.3 Panguipulli	15
4.2 Crecimiento de las plantaciones de Coihue	16
4.2.1 Crecimiento en diámetro	16
4.2.2 Crecimiento en altura	19
4.2.3 Crecimiento en volumen	22
4.3 Calidad de las plantaciones	24
4.3.1 Infestación de las plantaciones	25
5. DISCUSIÓN	27
5.1 Crecimiento de las plantaciones	27
5.1.1 Efecto de la densidad en el crecimiento de las plantaciones	27
5.1.2 Efecto de la exposición en el crecimiento de las plantaciones	28
5.1.3 Efecto de la fertilización en el crecimiento de las plantaciones	29
5.1.4 Efecto del sitio en el crecimiento de las plantaciones	29
5.2 Calidad de las plantaciones	30
5.2.1 Efecto de la densidad y exposición en la calidad de las plantaciones	30
5.2.2 Efecto de la fertilización en la calidad de las plantaciones	30
5.2.3 Efecto del sitio en la calidad de las plantaciones	30
5.2.4 Infestación de las plantaciones	30
6. CONCLUSIONES	32
7. BIBLIOGRAFÍA	33

- 1 Abstract and keywords
- 2 Datos de parcelas con tablas de rodal separadas por calidad
- 3 Datos de análisis fustal en crecimiento en DAP y altura por rodal
- 4 Curvas de crecimiento en DAP, altura y volumen acumulado por rodal
- 5 Curvas de crecimiento medio y corriente anual por rodal en DAP y altura
- 6 Resultados de análisis estadístico

ÍNDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1	Características de las plantaciones establecidas en sectores precordilleranos	4
Cuadro 2	Resumen de parámetros de rodal en plantaciones de <i>N. dombeyi</i>	5
Cuadro 3	Resumen de crecimientos medios anuales en plantaciones de <i>N. dombeyi</i>	5
Cuadro 4	Ubicación de los rodales con plantaciones de <i>Nothofagus dombeyi</i> muestreados, en la depresión intermedia de la provincia de Valdivia.	7
Cuadro 5	Descripción de parámetros de sanidad en relación a síntomas y daños observables en terreno	9
Cuadro 6	Descripción de los parámetros de forma del fuste	10
Cuadro 7	Matriz de calidad, en relación a los parámetros de sanidad y forma. El resultado de calidad está representado en cursiva.	10
Cuadro 8	Parámetros de crecimiento de rodales en el Predio Chucaypulli	14
Cuadro 9	Parámetros de crecimiento del predio Las Palmas	15
Cuadro 10	Parámetros de crecimiento del predio Palguín	15
Cuadro 11	Árboles con presencia de galerías de <i>Cheloderus childreni</i>	25

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Ciclo de vida de <i>Cheloderus childreni</i> para la Provincia de Valdivia	4
Figura 2	Ubicación de los rodales en la Provincia de Valdivia.	7
Figura 3	Esquema de una rodela trazada con 2 ejes perpendiculares entre si	12
Figura 4	Distribución diamétrica de los rodales de Chucaypulli	14
Figura 5	Distribución diamétrica de los rodales de Las Palmas	15
Figura 6	Distribución diamétrica de los rodales de Palguín	16
Figura 7	Crecimiento acumulado en DAP (mm) por rodal, a los 5 años	16
Figura 8	Comparación de crecimiento acumulado en DAP (mm) a los 5 años	17
Figura 9	ICA e IMA en DAP por rodal, a la edad de 5 años	18
Figura 10	Crecimiento acumulado en altura (m), a los 5 años por rodal	19
Figura 11	Comparación de crecimiento acumulado en altura (m) por rodal, a los 5 años	20
Figura 12	ICA e IMA en altura (m) por rodal, a la edad de 5 años	21
Figura 13	Crecimiento individual acumulado en volumen (m ³) por rodal	22
Figura 14	Comparación de crecimiento acumulado en volumen (m ³) por rodal	23
Figura 15	Incremento corriente y medio anual en volumen (m ³), por rodal a los 5 años	23
Figura 16	Calidad de las plantaciones de Chucaypulli	24
Figura 17	Calidad de las plantaciones de Palguín	24
Figura 18	Calidad de la plantación de Las Palmas	25
Figura 19	Proporción de árboles sanos y atacados	26

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente estudio se evaluó el crecimiento y calidad de plantaciones de *Nothofagus dombeyi* establecidas en tres localidades de la depresión intermedia de la provincia de Valdivia. En la localidad de San José de la Mariquina, en el predio Chucaypulli se encuentran tres rodales establecidos a distinta densidad. En Panguipulli, en el predio Palguín hay dos rodales de los cuales uno tuvo tratamiento de fertilización inicial, plantados a igual densidad y en Valdivia, en el predio Las Palmas se encuentra un rodal.

Para comparar los crecimientos de los árboles, por localidad, densidad, exposición y tratamiento de fertilización, se realizó un análisis fustal, extrayendo 6 árboles por rodal, obteniendo así, una muestra de 36 árboles. A través del conteo de los anillos de crecimiento se estimaron los incrementos corrientes y medios por rodal en DAP (mm), altura (m) y volumen (m^3). Para obtener el volumen con corteza por árbol, se empleó la fórmula de Smalian, utilizando los diámetros de cada altura de corte.

La comparación de los datos de crecimiento se realizó a través de Anova y análisis posterior de Duncan (95%), a la edad de 5 años para DAP y volumen, edad donde se observó que los árboles crecían sin competencia, y 8 años para la variable altura, edad común de la cual se tenían datos. De este análisis se obtuvo que el crecimiento se vio influenciado por la densidad, obteniendo los mejores resultados en rodales menos densos. La fertilización no es un tratamiento que influya significativamente en el crecimiento en DAP altura y volumen. La exposición es un factor que influye en el crecimiento en altura de esta especie, alcanzando mayor altura en exposición Sur, con respecto a la exposición Norte. El sitio influye en el crecimiento, presentando mejores crecimientos en terrenos sin una explotación forestal anterior. La calidad se comparó a través del análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis, mostrando que no existen diferencias significativas en estas plantaciones de *N. dombeyi*, atribuibles al sitio, exposición, densidad y fertilización. No obstante se observó una mayor proporción de los árboles de calidad 2.

En estas plantaciones además se detectó el ataque del insecto *Cheloderus childreni* en un 20% de los árboles, no habiendo más de una larva por árbol y presentándose su ataque desde el tocón, a 30 cm del suelo, hasta una altura de 5 m, siendo más afectados los árboles del estrato codominante del rodal.

Palabras claves: Plantaciones puras, *Nothofagus dombeyi*, crecimiento y calidad.

1. INTRODUCCIÓN

En los bosques del sur de Chile, *Nothofagus dombeyi* tiene altas tasas de crecimiento en renovales (Donoso *et al.*, 1993). Además de su rápido crecimiento, es una especie de fácil cultivo en vivero, ya sea en platabanda o en contenedor, alcanzando en una temporada 15 cm de altura (Donoso *et al.*, 2006), lo que la hace una especie atractiva para realizar plantaciones a gran escala. Además Díaz-Vaz *et al.*, (2002) señalan que la madera de *N. dombeyi* presenta un alto valor comercial y variadas posibilidades de uso, siendo utilizada en carpintería, como soporte estructural, además de revestimientos, parquets, pisos, y leña.

Nothofagus dombeyi es una especie muy plástica, siendo capaz de habitar en muchos tipos de suelos, incluyendo suelos volcánicos, escoria y ñadis (Donoso *et al.*, 2006). Incluso al ser una especie pionera, puede ser utilizada para reforestar terrenos abiertos utilizados anteriormente en agricultura ó recuperar zonas para bosque nativo (Loewe *et al.*, 1998).

La Universidad Austral de Chile, en conjunto con CONAF, ha desarrollado desde 1982 un convenio denominado “Ecología y Silvicultura de los Bosques Nativos de Chile” y han establecido plantaciones de coihue, entre otras actividades, en la provincia de Valdivia, en zonas de baja altitud. Estas plantaciones a evaluar se encuentran en Valdivia, en una plantación establecida en el Predio Las Palmas, en San José de la Mariquina, en el Predio Chucaypulli, donde hay 3 rodales establecidos a distinta densidad y en Panguipulli en el Predio Palguín, donde hay dos rodales, uno con tratamiento de fertilización y un rodal sin fertilizar.

Para evaluar estas plantaciones se ha propuesto como objetivo general para este estudio comparar y evaluar el crecimiento y calidad de las plantaciones de *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst. establecidas en tres localidades de la depresión intermedia de la Provincia de Valdivia, Región de Los Ríos.

Para cumplir el objetivo general se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar el efecto de la densidad en el crecimiento y calidad de *N. dombeyi*.
- Evaluar el efecto de la exposición en crecimiento y calidad de *N. dombeyi*.
- Evaluar el efecto del sitio en el crecimiento y calidad de *N. dombeyi*.
- Evaluar el efecto de la fertilización en crecimiento y calidad de *N. dombeyi*.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes generales de la especie

2.1.1 Descripción de la especie

Nothofagus dombeyi, que comúnmente es denominada “coihue” o “coigüe”, pertenece a la familia Nothofagaceae y es endémica de los bosques subantárticos de Chile y Argentina (Donoso, 1993). Esta especie es común encontrarla de forma natural en los Tipos Forestales Roble-Raulí-Coihue, Coihue-Raulí-Tepa, Roble-Hualo, Lengua, Siempreverde, Coihue de Magallanes, Ciprés de la Cordillera, Araucaria y Alerce (Donoso, 1993)

N. dombeyi es un árbol monoico, que puede llegar a medir 45 m de altura y más de 3 m de diámetro. El follaje es siempreverde, de aspecto estratificado (Le-Quesne y Stark, 2006), con hojas simples, alternadas, con borde finamente aserrado y de formas lanceoladas a oval-lanceoladas. La corteza es de color grisáceo, con grietas longitudinales poco profundas, que forman placas angostas (Donoso, 1994). Los individuos adultos presentan grandes contrafuertes en la base del fuste, que los caracterizan (Donoso *et al.*, 2006).

La forma de *N. dombeyi* es normalmente decurrente, siendo más monopódico cuando crece con alta competencia, como en renovales, que cuando crecen con menor competencia (Donoso *et al.*, 2006). *N. dombeyi* al encontrarse compitiendo con otros individuos presenta un fuste libre de ramas hasta gran altura (Loewe *et al.*, 1998), presentando del mismo modo mejor forma en plantaciones más densas con respecto a plantaciones de menor densidad (Maureira, 1995)

2.1.2 Distribución geográfica de la especie

Nothofagus dombeyi crece tanto en Chile como en Argentina, distribuyéndose desde los 30°30' S hasta los 47° S. En Chile se distribuye desde Colchagua, por el norte, Región de O'higgins hasta Aysén, Región de Aysén, por la Cordillera de los Andes (Loewe *et al.*, 1998; Donoso *et al.*, 2006), también encontrándose entre Talca y Aysén creciendo en la Cordillera de la Costa y Depresión Intermedia (Donoso *et al.*, 2006). Zúñiga *et al.* (2006) señalan que *N. dombeyi* se distribuye en Chile entre los 34°37' S y 47°30' S, habitando en la Cordillera de los Andes, Cordillera de la Costa y Depresión Intermedia.

La distribución altitudinal de esta especie es bastante extensa, creciendo desde el nivel del mar, hasta el límite altitudinal arbóreo (Le-Quesne y Stark, 2006), hasta 2.500 m s.n.m en su distribución Norte y 1.200 m s.n.m en su distribución Sur (Donoso *et al.*, 1993). Loewe *et al.* (1998), mencionan que coihue se distribuye altitudinalmente entre los 800 y 1.000 m s.n.m en su distribución Norte y en su distribución Sur entre los 0 y 500 m s.n.m.

2.1.3 Suelos

Los tipos de suelo en los que se desarrolla *N. dombeyi* son muy variados, pudiéndose encontrar tanto en suelos profundos como delgados, y con drenaje restringido, como ñadis (Loewe *et al.*, 1998). Al norte de su distribución crece en suelos aluviales, mientras que en sur crece sobre suelos volcánicos (Maureira, 1995).

Donoso *et al.* (2006) mencionan que *N. dombeyi* crece en suelos púmicíticos, de cenizas volcánicas y suelos de mal drenaje. En el norte, crece en suelos aluviales, quebradas, valles ríos y esteros y en el sur, se crece preferentemente en suelos volcánicos de escoria y ñadis.

N. dombeyi puede ser pionero en hábitats denudados de montaña, como áreas formadas por escoria volcánica, sujeto a alta radiación y sequía durante el día y bajas temperaturas por la noche (Zúñiga *et al.*, 2006). En estas áreas actúa como especie colonizadora (Loewe *et al.*, 1998). A pesar de desarrollarse en suelos limitantes, esta especie crece óptimamente en suelos profundos, donde la humedad y el sustrato son más apropiados (Maureira, 1995).

2.1.4 Clima

Las condiciones climáticas en las que crece coihue son muy diversas, variando dentro de su rango de distribución. La precipitación anual fluctúa entre los 700 a 1.000 mm en la región mediterránea de su distribución, aumentando gradualmente hasta los 5.000 mm en la distribución Sur (Manqui, 2001; Loewe *et al.*, 1998; Maureira, 1995). En el extremo norte de su distribución, hay entre 4 a 6 meses de sequía durante el periodo de crecimiento, disminuyendo gradualmente hacia el Sur (Loewe *et al.*, 1998).

2.1.5 Sanidad del *Nothofagus dombeyi*

Una de los problemas sanitarios que afectan a *N. dombeyi* es el insecto *Cheloderus childreni* (Coleoptera: Cerambycidae), que provoca daños en el fuste, atacando principalmente el xilema. Cuando un insecto ataca al xilema, no se observa sintomatología alguna en el árbol, sólo es posible observar algunos signos externos, como aserrín en la base del árbol u orificios en el fuste, causado por la emergencia de los adultos (Lanfranco *et al.*, 2002).

Este barrenador, que no provoca la muerte del árbol, crea galerías en el xilema que no superan los 70 cm de largo, habiendo una larva por galería (Lanfranco *et al.*, 2002). El daño producido por la larva de este insecto, puede ser detectado por el tipo de aserrín blanco-amarillento que se encuentra adherido a la corteza y acumulado en la base del fuste (Suarez *et al.*, 2005). Este daño inutiliza la madera para fines comerciales de alto valor, como por ejemplo chapas, ya que las galerías son gruesas

y se encuentran al interior de la madera, facilitando además la entrada de hongos de pudrición a la madera (Donoso *et al.*, 2006).

Se ha estimado que el ciclo de vida de este insecto es de 5 a 6 años, encontrándose larvas todo el año (Suarez *et al.*, 2005), como se indica en la figura 1, además de sus otros estadios.

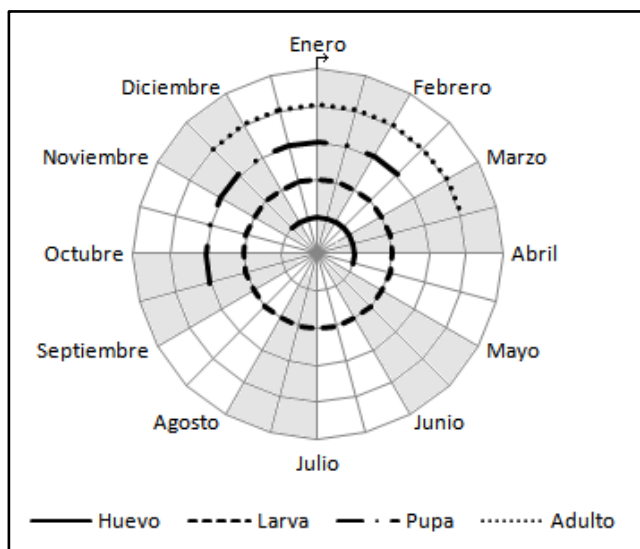


Figura 1. Ciclo de vida de *Cheloderus childreni* para la Provincia de Valdivia (Lanfranco *et al.*, 2002)

Como *C. childreni* es una especie nativa, debería tener enemigos naturales para su control (Lanfranco *et al.*, 2002). Suarez *et al.* (2005) indican que entre los depredadores conocidos están *Campephilus maguellanicus* (pájaro carpintero) y *Milvago chimango* (tiuque) que utilizan los tapones de aserrín como indicador para encontrar la pupa.

2.2 Antecedentes sobre plantaciones de *Nothofagus dombeyi*

Se han evaluado plantaciones de coihue establecidas en sectores precordilleranos de la provincia de Valdivia y Cautín, con plantas extraídas del bosque al sitio de plantación, ó con plantas que, en algunos casos, fueron llevadas a vivero y mantenidas allí un año antes de la plantación (Donoso *et al.*, 1993). Los rodales con plantaciones de *N. dombeyi* se indican en el cuadro 1.

Cuadro 1. Características de las plantaciones establecidas en sectores precordilleranos

Rodal	Superficie (ha)	Exposición	Altitud (m s.n.m)	Pendiente (%)
Quechumalal 1	15	SE	250	25
Quechumalal 6	30	NO	350	45
En Mae	5	N	140	45

Estas plantaciones fueron establecidas a distintas densidad, exposición y altitud. Donoso *et al.* (1993) mencionan que los incrementos en diámetro y altura han sido mayores en plantaciones menos densas, pero con una menor biomasa, lo que origina que los crecimientos medios en área basal y volumen sean inferiores, como producto de la subutilización del sitio.

Cuadro 2. Resumen de parámetros de rodal en plantaciones de *N. dombeyi*

Rodal	Edad (años)	Densidad (N/ha)	DAP medio Total (cm)	Rango DAP (cm)	G (m ² /ha)	Altura media (m)	Vol Bruto (m ³ /ha)
Quechumalal 1	15	2.104	17,31	6-24	53,38	16,8	392,43
Quechumalal 6	15	2.488	18,05	11-27	68,57	11,92	357,67
Mae	15	1.100	17,73	9-27	29,18	14,33	182,98

La plantación de Quechumalal 1, tuvo un incremento medio anual de 1,15 cm de DAP y 1,12 m de altura. Quechumalal 6, que tuvo una densidad similar, 1,2 cm de DAP y 0,93 m de altura y el rodal de Mae, 1,11 cm de DAP y 0,84 m de altura como crecimiento medio.

En resumen, Donoso *et al.* (1993), mencionan que las plantaciones de coihue presentan mejores crecimientos que renovales de esta misma especie. Las plantaciones muestran un crecimiento medio en DAP de 1 cm durante los primeros 10 años, incrementándose de los 11 a 15 años a 1,5 cm.

Cuadro 3. Resumen de crecimientos medios anuales en plantaciones de *N. dombeyi* (Donoso *et al.*, 2006)

Lugar	Sector	Edad	N/ha	Altitud (m)	Exp	DAP (cm)	Altura (m)
Los Senderos	Costa	12	2.500	50	NO	0,83	1,23
Morrumpulli	Costa	10	2.500	60	E	1,15	1,34
Morrumpulli	Costa	10	4.444	60	E	0,96	1,04
Las Palmas	Dep. Inter.	17	2.500	120	PLANO	1,06	0,90
Las Palmas	Dep. Inter.	13	2.500	110	E-SE	1,10	0,99
Las Palmas	Dep. Inter.	5	1.667	120	S	-	0,84
San José	Dep. Inter.	9	3.333	50	N	1,20	-
San José	Dep. Inter.	9	3.333	50	S	1,00	-
San José	Dep. Inter.	9	2.000	50	E-NE	1,20	-
Panguipulli	Prec. Andes	6	1.667	200	PLANO	1,20	0,95
Panguipulli	Prec. Andes	6	1.667	200	PLANO	1,50	1,10
Licán	Andes	3	1.111	700	NO	-	0,82
Licán	Andes	3	2.500	700	NO	-	0,72

En el cuadro 3 (Donoso *et al.*, 2006) se muestran crecimientos medios en altura y diámetro de plantaciones de *N. dombeyi* establecidas con plantas a raíz desnuda, producidas en el vivero del Instituto de Silvicultura de la Universidad Austral de Chile, notándose un mayor crecimiento en el sector de Panguipulli.

Donoso *et al.*, (2006) señalan que las plantaciones de *N. dombeyi* presenta mejores crecimientos a bajas altitudes y con fertilización inicial. En promedio, estas plantaciones alcanzarían 1 cm de DAP y 1 m de altura por año en la zona de Valdivia, medido el incremento en arboles dominantes y codominantes, que son los que van a llegar al final de la rotación forestal (Donoso *et al.*, 2005).

2.3 Análisis de crecimiento

Para realizar la estimación del desarrollo de un árbol hasta una edad determinada, el método más directo es el análisis fustal. Este análisis consiste en seccionar un árbol, a distintas alturas y obtener por conteo y medición de anillos sus incrementos por altura y edad (Prodan *et al.*, 1997). La cantidad de anillos por rodela, a cada altura de corte, indica el año en que el árbol alcanzó la altura correspondiente (García, 1995).

Para obtener las rodelas en un análisis fustal, el primer paso es voltear el árbol, después de ello, se obtiene la rodela del tocón a 0,3 m del suelo, la segunda 1 m más arriba, a 1,3 m y las siguientes a 1, 2 ó más metros, dependiendo de los requerimientos. Posteriormente las rodelas se rotulan, para su clara identificación (Prodan *et al.*, 1997). Las muestras de madera, deben ser secadas y lijadas para facilitar la identificación de los anillos de crecimiento y poder evaluar el crecimiento del árbol (Prodan *et al.*, 1997; Bravo *et al.*, 2006; Cruz *et al.*, 2007).

El crecimiento de un árbol dentro de 1 año es denominado crecimiento corriente anual (ICA). En ocasiones es muy difícil medir el incremento de tan solo 1 año, por esta razón muchas veces se mide el incremento de un árbol en un periodo de 5 a 10 años. La diferencia de tamaño del árbol, entre el comienzo y el final de un periodo de crecimiento, dividido por el número de años de crecimiento, se denomina incremento periódico anual (IPA). De otro modo, el promedio, o media del crecimiento anual, denominado incremento medio anual (IMA) se obtiene dividiendo el tamaño del árbol en cualquier momento de su edad, por el tiempo que tardo en obtener dicho crecimiento (Davis *et al.*, 2001).

El IMA, logra un máximo más lentamente y a una edad mayor que el ICA. Cuando las curvas de crecimiento de ICA e IMA se interceptan, es el peak del crecimiento del árbol y su mayor incremento medio (Davis *et al.*, 2001).

En los incrementos en altura, el crecimiento de un año a otro puede ocurrir a cualquier altura entre dos o más cortes sucesivos, lo que dificulta la medición. Un método para evitar esto sería cortar el árbol guiándose de indicadores externos, como verticilos, cicatrices por brácteas, disposición de los primordios foliares y cortar haciendo coincidir el término de cada incremento en altura. Pero este método es complicado, por lo cual se interpola a través del método de Carmean, el cual consiste en asumir un incremento constante en altura, para cada año comprendido entre cada corte, dividiendo entonces la distancia del corte por la diferencia de anillos entre ambas rodelas (Cruz *et al.*, 2007; García, 1995).

3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1 Área de estudio

El área de estudio se encuentra en depresión intermedia de la provincia de Valdivia, donde se midieron rodales con plantaciones puras de *N. dombeyi* en predios ubicados en las comunas de Valdivia, San José de la Mariquina y Panguipulli, como se indican en la figura 2.



Figura 2. Ubicación de los rodales en la Provincia de Valdivia. [1] Las Palmas, [2] Chucaypulli, [3] Palguín.

Los rodales muestreados por localidad, se indican en el Cuadro 4. Las plantaciones en estos rodales, fueron establecidas en sitios usados anteriormente como praderas, con excepción del rodal de Las Palmas, el cual tuvo una rotación anterior de *Pinus radiata*.

Cuadro 4. Caracterización de los rodales con plantaciones de *Nothofagus dombeyi* muestreados, en la depresión intermedia de la provincia de Valdivia.

Comuna	Rodal	Año	Edad	Alt. (m)	Exp.	Pendiente (%)	Distanciamiento (m)
San José	Chucaypulli 1	1994	13	50	S	20	1,5x1,5
San José	Chucaypulli 2	1997	10	50	N	25	2,0x3,0
San José	Chucaypulli 3	1995	12	50	S	20	3,0x3,0
Valdivia	Las Palmas	1988	19	80	SE	10	2,0x2,0
Panguipulli	Palguín	1996	11	200	Plano	Plano	2,0x2,0
Panguipulli	Palguín F	1996	11	200	Plano	Plano	2,0x2,0 – CF*

* Con fertilización inicial

El establecimiento, se realizó con plantas 1/1 a raíz desnuda, cultivadas por dos años en el vivero del Instituto de Silvicultura de la Universidad Austral de Chile. Como se indica en el cuadro 4, las plantaciones fueron realizadas a distanciamientos de 1,5x1,5 m hasta 3x3 m y en ningún lugar de establecimiento se aplicó herbicidas para controlar malezas, efectuándose una casilla de plantación de 40x40 cm. El sector de Palguín F, es el único lugar donde se efectuó tratamiento de fertilización durante el establecimiento, con una mezcla de 130 gr de fertilizante por planta, compuesto de 40 gr de Nitroplus, 30 gr de Superfosfato triple, 30 gr de Superfosfato potásico y 10 gr de Boronatrocalcita. Cabe mencionar que todos los rodales estudiados se ubicaban en zonas de baja altitud, inferior a los 200 m s.n.m.

El clima en la zona de estudio, correspondiente a la provincia de Valdivia se enmarca dentro del tipo "Templado lluvioso con influencia mediterránea". La temperatura media bordea los 11°C, lo que ya no correspondería a un clima cálido. Las variaciones del relieve no son significativas para generar diferencias en la temperatura, pero si en la precipitación. En Panguipulli la precipitación alcanza los 2.200 mm, en Valdivia bordea los 2.000 mm y en San José de la Mariquina desciende a 1.800 mm aproximadamente, por el efecto del cordón occidental de la Cordillera de la Costa (DMC, 2008; CEA, 2008).

En San José de La Mariquina, las plantaciones de *N. dombeyi* establecidas en predio Chucaypulli se encuentra sobre la serie de suelo Pelchuquín, originado de cenizas volcánicas sobre una toba cementada con óxidos de hierro y manganeso. Estos suelos, de textura franco limosa, son profundos, no presentando problemas de drenaje (CIREN, 1999).

En Valdivia, en el predio Las Palmas, el suelo de la plantación corresponde a la serie Los Ulmos. Este tipo de suelo se caracteriza por ser rojos arcillosos, originados a partir de cenizas volcánicas antiguas, sobre un complejo metamórfico. Estos suelos son profundos, bien drenados, de textura arcillosa a franco arcillosa (CIREN, 1999).

En Panguipulli, el suelo del predio Palguín, corresponde a la serie Lanco, el cual es originado por cenizas volcánicas jóvenes o recientes, siendo producto de terrazas aluviales, terrazas remanentes o planos depositacionales no glaciales. Estos suelos tienen drenaje moderado, textura media (franca) y son de mediana profundidad (CIREN, 1999).

3.2 Caracterización de los rodales

Para la obtención de los valores dasométricos actuales de las plantaciones, se efectuaron parcelas de 250 ó 500 m², en cada uno de los rodales, establecidas sistemáticamente a favor de la pendiente para captar la variación del sitio. En cada rodal muestreado (cuadro N° 4), se efectuaron 3 parcelas, registrando los siguientes datos:

- DAP (cm)

- Altura total (m)
- Posición social (Dominante, codominante, intermedio, suprimido)
- Sanidad (1-2-3)
- Forma (1-2-3)

Además se obtuvieron datos de la parcela, tales como:

- Densidad: Número de árboles por ha.
- Espaciamiento: Distancia entre los árboles en el establecimiento.
- Altitud: metros sobre el nivel del mar en que se encuentra la parcela (m s.n.m.)
- Exposición (plano, norte o sur)
- Pendiente (%)
- Coordenadas geográficas latitud y longitud (UTM)

El volumen por rodal, se estimó a través de la función de volumen de Maureira (1995), para plantaciones de *N. dombeyi* establecidas en la provincia de Valdivia, la cual fue confeccionada a partir de datos obtenidos en rodales ubicados en zonas de baja altitud de la provincia de Valdivia, razón por la cual se utilizó esta función. La fórmula es:

$$V = -0,001846 + 0,000037 * D^2 * H$$

Donde: D= DAP (cm) con corteza
 H= Altura (m) total del árbol
 V= Volumen bruto total (m³)

Una vez obtenidos los datos dasométricos, se efectuaron tablas de rodal por localidad, y se estimó la proporción de árboles por calidad, en cada rodal, obteniendo la variable calidad con las pautas que se describen a continuación.

3.2.1 Calidad de las plantaciones

Para evaluar la calidad de las plantaciones, se estimó la sanidad y forma de cada individuo muestreado. La sanidad fue evaluada considerando si el árbol presentaba síntomas visibles de enfermedad, determinándose a través de observación del follaje y fuste. En el cuadro 5 se detalla la forma de estimar la sanidad.

Cuadro 5. Descripción de parámetros de sanidad en relación a síntomas y daños observables en terreno

Sanidad	Descripción
1	Árbol sin síntomas ni signos de daño en el follaje y fuste
2	Árbol con daños leves en el fuste, como fisuras pequeñas por insolación
3	Árbol con clorosis en el follaje, orificios de emergencia en el fuste o con fisuras profundas en el fuste por insolación

La forma de los árboles se estimó observando la morfología del fuste, evaluando principalmente doble fecha y sinuosidad en las dos primeras trozas, aproximadamente hasta los 8 m de altura, como se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6. Descripción de los parámetros de forma del fuste

Forma	Descripción
1	Fuste recto, sin deformaciones, hasta los 8 m de altura
2	Fuste con leve sinuosidad, que no se desvía del eje principal del fuste, hasta los 8 m de altura
3	Fuste sinuoso, que se desvía del eje principal y/o con bifurcación bajo los 8 m de altura

Una vez obtenidos los valores de sanidad y forma, se estimó la calidad de los árboles, combinando los valores obtenidos de sanidad y forma, en una matriz, que entrega como resultado la calidad del árbol muestreado, como se muestra en el cuadro 7.

Con los resultados de calidad, se estimó por rodal, la proporción de los árboles en calidad 1, 2 y 3, obteniendo así la tendencia por rodal y localidad de esta variable.

Cuadro 7. Matriz de calidad, en relación a los parámetros de sanidad y forma. El resultado de calidad está representado en cursiva.

		Sanidad		
Forma		1	2	3
1		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
2		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
3		<i>3</i>	<i>3</i>	<i>3</i>
		Calidad		

3.2.2 Infestación

En caso de encontrarse individuos atacados por *C. childreni*, a través de la observación de las rodelas de los árboles volteados, se estimó el porcentaje de infestación por rodal, dado que es la única forma de determinar este tipo de daño asintomático de forma concreta.

Con la observación de las rodelas también se estimó hasta que altura del fuste se encontraban galerías, y en qué proporción del fuste, como se indica en la figura 3b.

3.3 Análisis de crecimiento

Para realizar el análisis de crecimiento, se seleccionaron 6 individuos de sanidad y forma 1. Este criterio fue empleado, dado que los árboles de calidad 1, son los deseados para el final de la rotación. También se evitó evaluar los árboles que se encontraban en las zonas de borde, ya que su crecimiento no es representativo, porque al disponer de mayor luminosidad presentan mayores incrementos en su crecimiento.

Como se desean individuos de calidad 1 que llegarán al final de la rotación, se seleccionaron para el volteo:

- 3 Individuos del dosel superior (Dominantes)
- 3 individuos del dosel medio (Codominantes)

Una vez marcado el árbol, este fue volteado, dejando un tocón de 30 cm de alto para así obtener la rodela a la altura del tocón y los cortes posteriores.

3.3.1 Análisis fustal

Para el análisis fustal se trozaron los árboles volteados cada 1 m, desde la base hasta un diámetro mínimo de 5 cm. La primera rodela se extrajo a la altura del tocón, es decir a 30 cm del suelo, posteriormente la del DAP a 1,3 m para medir el incremento en diámetro asociado a la edad y buscar la edad de libre crecimiento, que es antes que la curva de ICA comience a descender y se cruce con la curva de IMA. Posteriormente se siguió trozando el fuste cada un metro, para así poder estimar los incrementos en altura por año de cada árbol.

Cada rodela se rotuló indicando:

- Predio
- Número de la parcela
- Número del árbol seleccionado
- Número de la sección del árbol

Las rodelas fueron llevadas a laboratorio y secadas de forma natural, por un periodo aproximado de dos meses. Posteriormente fueron lijadas por la cara no rotulada para así identificar claramente los anillos de crecimiento. Para realizar la medición de cada año de crecimiento, a través de los anillos, se trazaron 2 ejes perpendiculares, como se indica en la figura 3a, que pasen por la médula de cada rodela, y así obtener los incrementos anuales en crecimiento radial.

Para obtener el incremento en diámetro, se multiplicó el promedio de los cuatro radios por dos, y así se obtuvo el diámetro del árbol para cada edad dada, calculando los incrementos en DAP en mm por año.

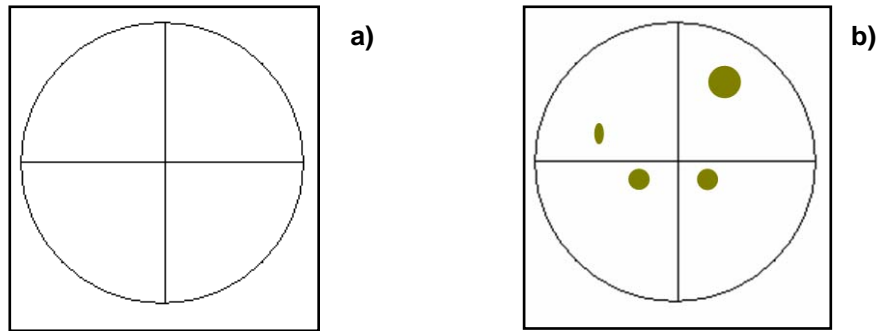


Figura 3. a) Esquema de una rodela trazada con 2 ejes perpendiculares entre si. b) Ejemplo de estimación del daño por *Cheloderus*, en este ejemplo, el daño es en los 4 cuadrantes de la rodela.

Además las rodelas del análisis fustal se utilizaron para determinar el daño de *Cheloderus childreni*, observando cuántos cuadrantes de una rodela presentaban signos de barrenadura, como se indica en la figura 3b, y estimando hasta qué troza se observa el ataque, para describir hasta que altura este insecto puede causar daño en las plantaciones evaluadas.

3.3.2 Curvas de crecimiento

Con la información obtenida de las rodelas (anexo 3), se procedió a estimar las curvas de crecimiento medio anual (IMA) y de crecimiento corriente anual (ICA), en DAP y en altura total. Además se obtuvo el incremento acumulado (IA), en diámetro, altura y volumen, identificando así la tendencia de crecimiento por rodal, asociada a la densidad, la exposición, fertilización y la localidad.

Para obtener el ICA en DAP, se restó el diámetro acumulado de cada anillo de crecimiento con el anterior, y para el IMA, se contabilizó el crecimiento acumulado y se dividió por la cantidad de anillos hasta dicho crecimiento.

Para obtener el crecimiento en altura, se contabilizaron los anillos de crecimiento por rodela, desde el tocón hasta la rodela límite, observando la variación decreciente del número de anillos en altura. Entonces, se obtuvo una edad por altura y se estimó el crecimiento contabilizando cada cuantos metros se observa un cambio de edad.

Para obtener los incrementos en volumen individual por año de los árboles volteados, se usó la fórmula de Smalian, utilizando el diámetro con corteza de las rodelas por cada distancia de corte como dato para la cubicación. La fórmula utilizada fue:

$$V = L * \left(\frac{G_1 + G_2}{2} \right)$$

Donde: L = Largo de la troza (m).

G₁ = Es el área basal (m²) del diámetro menor de la troza.

G₂ = Es el área basal (m²) del diámetro mayor de la troza.

$V = \text{Volumen bruto de la troza (m}^3\text{)}$

Con los datos de los incrementos en DAP antes descrito, y el largo de la troza, que en este caso es la distancia de corte de una rodela a otra, se estimó el volumen con corteza por árbol para cada año, obteniendo así, el ICA, IMA y el IA en volumen.

3.3.3 *Análisis estadístico*

La comparación de los crecimientos y calidad asociados a la variable densidad, se realizó en los rodales de Chucaypulli, para evitar el efecto del sitio. La exposición también fue comparada en este sector, entre el rodal de Chucaypulli 2 de exposición Norte y Chucaypulli 3, exposición Sur.

El efecto fertilización en el crecimiento y calidad fue comparado en los rodales de Palguín, establecidos en el mismo sitio y a la misma densidad.

El efecto del sitio en crecimiento y calidad se comparó entre el rodal de Las Palmas y el rodal de Palguín sin tratamiento de fertilización, ya que ambos rodales están establecidos a la misma densidad.

Para el análisis de crecimiento se buscó una edad común para la comparación de los incrementos en DAP, altura y volumen, dado que las plantaciones a analizar tienen diferentes edades. Para ello se determinó la edad hasta la cual no había competencia. Esta estimación se realizó con la curva de ICA, buscando el punto en que comienza a disminuir y cruza con la de IMA. El software utilizado para el análisis fue Statgraphics Centurion XV y Statistica VI.

Para determinar si existían diferencias en crecimientos asociadas a la densidad, exposición, fertilización y sitio entre los distintos rodales, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) a un 95% de confianza ($P < 0,05$), con los datos obtenidos de la medición de las rodelas del análisis de fuste. De haber diferencias significativas entre los rodales, se realizó un test de Duncan para determinar entre qué rodales existían diferencias significativas ($P < 0,05$).

Para estimar si existían diferencias en la calidad de los árboles, asociadas a la densidad, exposición, fertilización y sitio, que corresponden a variables no paramétricas, se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, a un 95% de confianza, comparando la distribución de calidades entre los rodales analizados.

4. RESULTADOS

4.1 Caracterización de los rodales

4.1.1 San José

Los rodales evaluados en el Predio Chucaypulli presentan distinta edad, espaciamiento y exposición. No obstante el rodal 2, de exposición norte presenta un menor incremento en todos los parámetros de crecimiento (cuadro 8). El rodal 3 presenta un mayor crecimiento en volumen (m^3/ha), DMC (cm) y altura media (m) que los otros rodales.

Cuadro 8. Parámetros de crecimiento de rodales en el Predio Chucaypulli

Rodal	Espaciamiento inicial (m)	Edad (años)	Exposición	Densidad actual	Área Basal (m^2/ha)	Volumen (m^3/ha)	DMC (cm)	Altura media (m)
1	1,5x1,5	13	S	4060	41,09	237,93	11,4	12,3
2	3x2	10	N	1620	13,49	52,06	10,3	8,1
3	3x3	12	S	1260	32,65	243,35	18,2	15,7

La distribución diamétrica de los rodales de San José es semejante a una distribución normal, concentrándose los individuos en las clases centrales de la distribución. En el rodal 1 los individuos se concentran en la clase de 10 cm, al igual que en el rodal 2 (Figura 4a y 4b; anexo 2). El rodal 3 inicia su distribución en la clase 12 cm (Figura 4c; anexo 2). Este es el rodal con mejores parámetros de crecimiento, concentrándose la mayoría de los árboles en la clase de 18 cm.

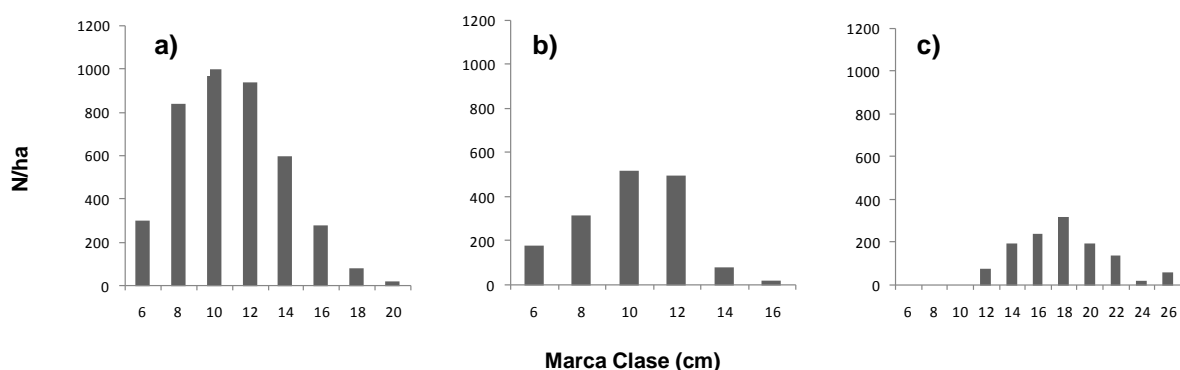


Figura 4. Distribución diamétrica de los rodales de Chucaypulli, a) rodal 1 exposición N, b) rodal 2 exposición S, c) rodal 3 exposición S.

4.1.2 Valdivia

La plantación de Valdivia está ubicada en el predio Las Palmas. Esta plantación fue establecida a 2x2 m con exposición SE. Sin embargo, este rodal fue intervenido en año 1996 cuando tenía 8 años con poda de formación y raleo. Posteriormente se

practicó otro raleo el año 2001, quedando con estas intervenciones una densidad de 667 arboles/ha. El espaciamiento promedio luego de estas cortas intermedias es de 5x3 m aproximadamente, alcanzando esta plantación a los 19 años 15,3 m de altura media, 20,4 cm de DMC y 157 m³ de volumen.

Cuadro 9. Parámetros de crecimiento del predio Las Palmas

Rodal	Espaciamiento inicial (m)	Edad (años)	Exposición	Densidad actual	Área Basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)	DMC (cm)	Altura media (m)
1	2x2	19	SE	667	21,12	156,86	20,3	15,5

La distribución diamétrica del rodal se asemeja a una distribución normal, no presentando individuos en las clases menores, y comenzando su distribución en la clase de 12 cm, debido a que fue raleado, concentrándose la mayor cantidad de individuos en las marcas de clase de 22 y 24 cm, como se muestra en la figura N° 5 y anexo 2.

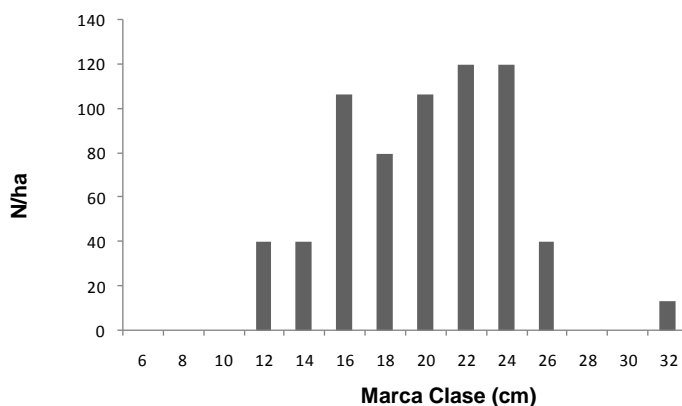


Figura 5. Distribución diamétrica de los rodales de Las Palmas

4.1.3 Panguipulli

Los rodales del predio Palguín fueron establecidos a 2x2 m, pero al presentar un rodal tratamiento de fertilización, se trataron como rodales aparte. Estos rodales, se encuentran en un terreno plano. Los parámetros del rodal se resumen en el cuadro 10, mostrando que el rodal con tratamiento de fertilización presenta levemente un mayor crecimiento en volumen/ha y altura que el rodal sin tratamiento.

Cuadro 10. Parámetros de crecimiento del predio Palguín

Rodal	Espaciamiento inicial (m)	Edad (años)	Exposición	Densidad actual	Área Basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)	DMC (cm)	Altura media (m)
SF	2x2	11	Plano	2.280	48,04	258,43	16,4	10,8
CF	2x2	11	Plano	2.200	45,65	275,33	16,3	12,3

La distribución diamétrica de los rodales, indicada en las figuras 6a y 6b, muestran una tendencia a la distribución normal, mayormente marcada en el rodal sin fertilización (figura 6a) con una mayor concentración de árboles en la clase de 14 cm. El rodal fertilizado (figura 6b; anexo 2) también tiene una mayor concentración de individuos en la clase 14 cm.

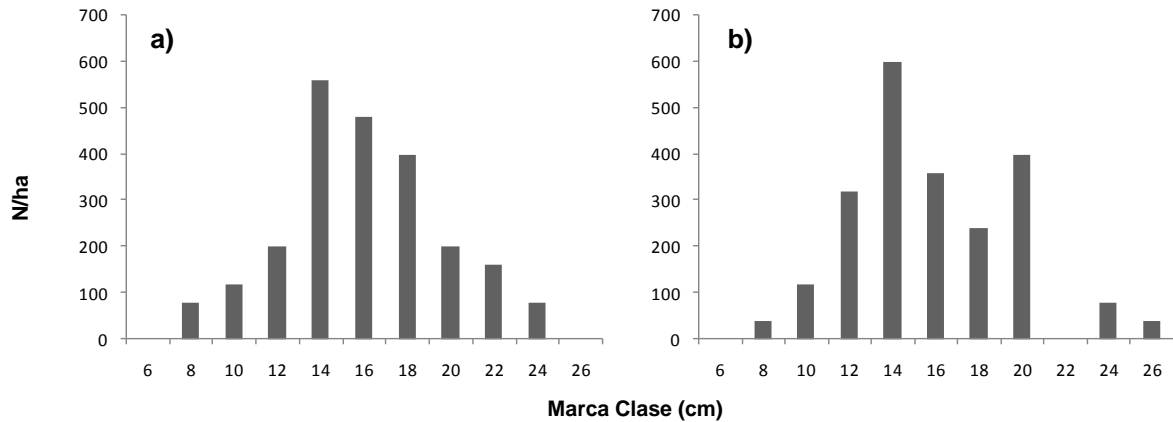


Figura 6. Distribución diamétrica de los rodales de Palguín. a) Sin fertilización. b) Con tratamiento inicial de fertilización.

4.2 Crecimiento de las plantaciones de Coihue

4.2.1 Crecimiento en diámetro

La edad de comparación de los rodales se estimó en la edad de 5 años, donde se observó que lo árboles crecían libre de competencia (anexo 5).

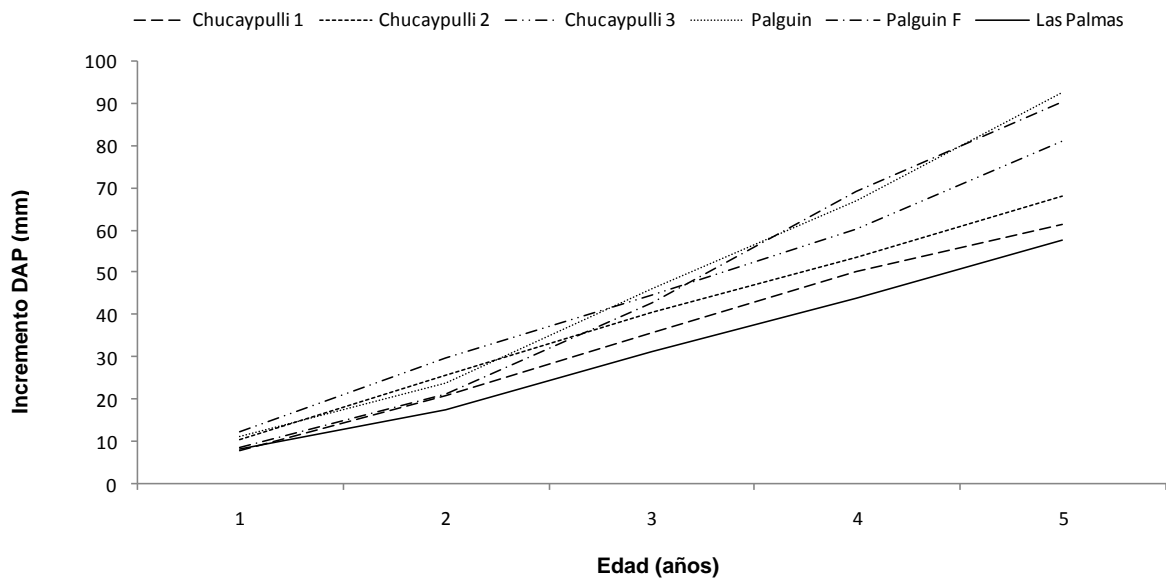


Figura 7. Crecimiento acumulado en DAP (mm) por rodal, a los 5 años.

Al comparar los crecimientos a la edad de 5 años, se obtuvo que los mayores crecimientos acumulados en DAP se presentan en los rodales de Palguín con 92 y 90 mm respectivamente, seguido por Chucaypulli 3 con 81,3 mm, Chucaypulli 2 con 68,1 mm y Chucaypulli 1 con 61,5 mm, por último el rodal de Las Palmas que tuvo 57,8 mm de DAP acumulado, como se muestran en las figuras 7 y 8.

Al analizar los crecimientos acumulados por localidad, se observa que existen diferencias entre ellos ($F=7,28$; $P=0,0001$). Los rodales que difieren significativamente se muestran en la figura 8, las letras distintas indican diferencias significativas para la variable crecimiento acumulado en DAP.

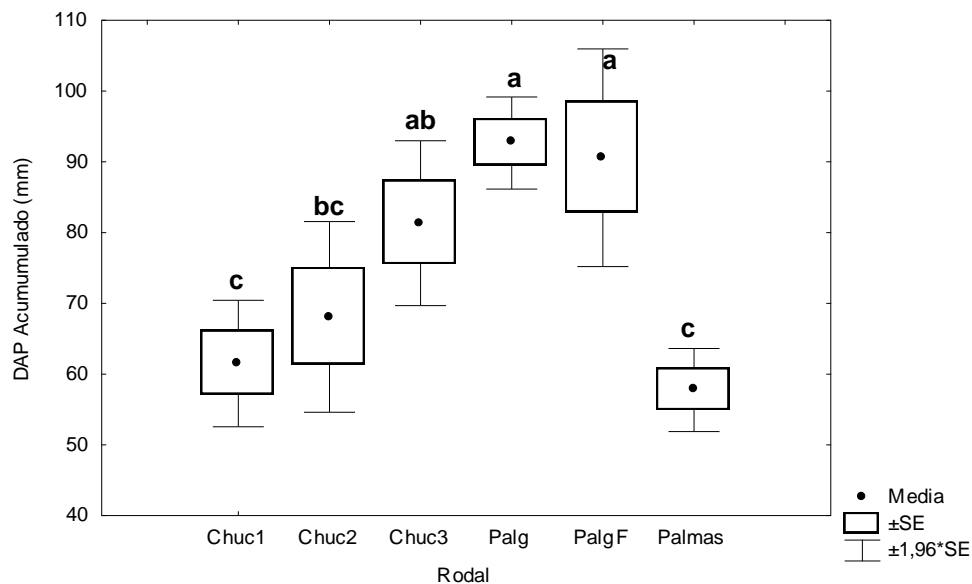


Figura 8. Comparación de crecimiento acumulado en DAP (mm) a los 5 años. Letras distintas indican diferencias significativas.

De esta comparación, se observa que los rodales de Palguín son los que presentan los mayores crecimientos acumulados en DAP, diferenciándose significativamente de Chucaypulli 1, Chucaypulli 2 y Las Palmas.

Al analizar los incrementos medios en DAP (figura 9), el rodal de Palguín presenta un IMA de 18,5 mm, seguido de Palguín F, con 18,1 mm. Chucaypulli 3 con 16,3 mm, Chucaypulli 2 con 13,6 mm, Chucaypulli 1 con 12,3 mm de IMA y por último Las Palmas con 11,6 mm de IMA. La misma tendencia se presenta en el ICA por rodal, teniendo mayores incrementos los rodales de Palguín. En la figura 9 también se observa que el rodal de Chucaypulli 1, con un espaciamiento de 1,5x1,5 m es el único rodal que a los 5 años muestra que el ICA empieza a decrecer, cruzando la curva de IMA, lo que denota una fuerte competencia temprana por la alta densidad.

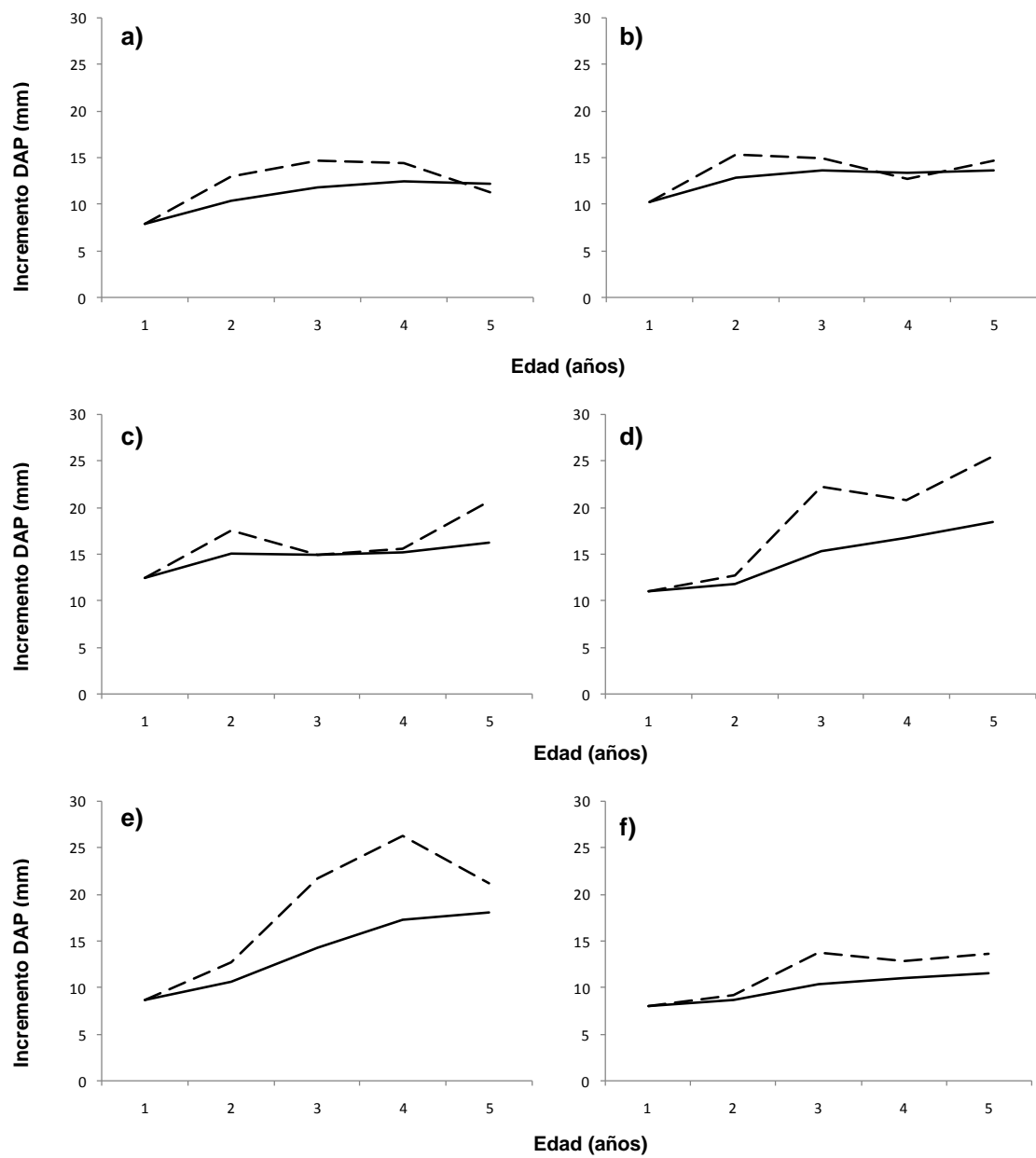


Figura 9. ICA e IMA en DAP por rodal, a la edad de 5 años. a) Chucaypulli 1. b) Chucaypulli 2. c) Chucaypulli 3. d) Palguín. e) Palguín F. f) Las Palmas.

Además del mismo análisis, se observó que en Chucaypulli, el rodal de Chucaypulli 2 exposición Norte y de Chucaypulli 3 exposición Sur, no presentan diferencias en crecimiento en DAP (figura 8). Del mismo modo en Palguín, el rodal fertilizado no difiere en sus crecimientos en DAP con respecto al rodal sin fertilizar.

En Chucaypulli, donde se plantó a distintas densidades, se obtuvo que el rodal establecido a 1,5x1,5 m de espaciamiento difiere significativamente del rodal plantado a 3x3 m (figura 8), establecidos ambos en exposición Sur.

El rodal de Palguín sin fertilizar y Las Palmas, ambos establecidos a 2x2 m, muestran diferencias significativas en DAP acumulado (figura 8) asociado al distinto sitio donde fueron establecidos.

4.2.2 Crecimiento en altura

El crecimiento acumulado en altura fue comparado a una edad mínima común. La plantación más joven es la de Chucaypulli 2, con 10 años, así que la comparación se realizó a los 8 años, ya que hasta esa edad se tenían datos del incremento en altura de las rodajas del análisis fustal. Al comparar los crecimientos acumulados en altura por localidad, se obtuvo que presentaban diferencias entre ellos ($F=13,05$, $P<0,001$).

El rodal que presentó un mayor crecimiento acumulado en altura a los 8 años fue el de Palguín F con 10,2 m, seguido de Palguín con 9,1 m, Chucaypulli 1 con 8,8 m, Chucaypulli 3 con 8 m, Chucaypulli 2 con 7,2 y Las Palmas, que tan sólo alcanzó 6,1 m de altura acumulada (figura 10).

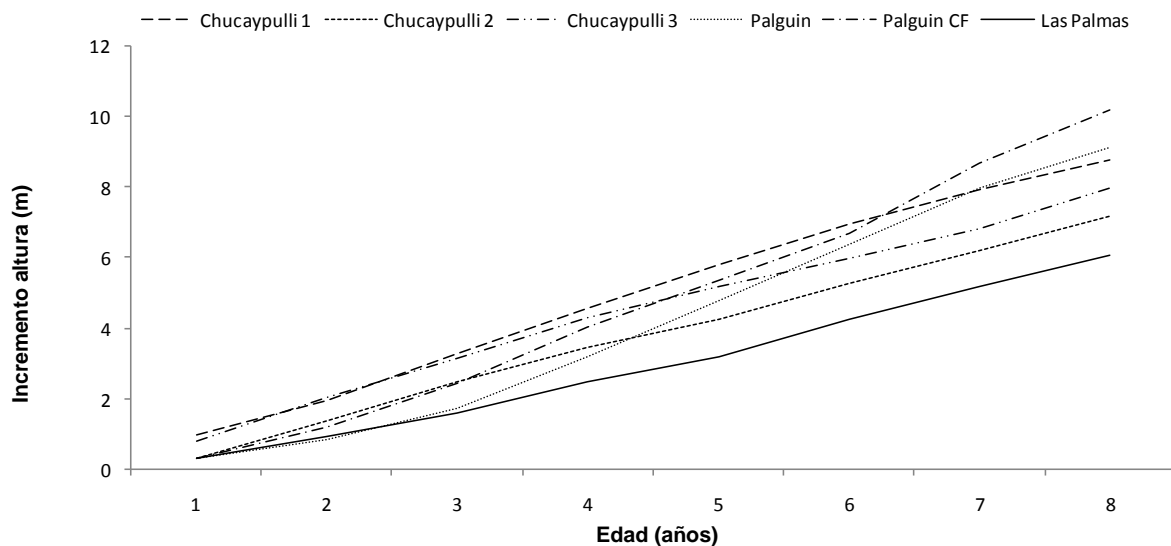


Figura 10. Crecimiento acumulado en altura (m) a los 8 años por rodal.

Para comprobar qué rodales presentaban diferencias, se contrastaron las medias de los crecimientos acumulados en altura. La diferencia en crecimiento acumulado en altura se manifiesta entre el rodal de Palguín F, presentando el mayor incremento y diferenciándose significativamente con Chucaypulli 1, 2, 3 y Las Palmas. Con Palguín sin tratamiento de fertilización no presentó diferencias en el incremento en altura. Además también se observó el escaso incremento en altura del rodal Las Palmas, presentando diferencias significativas con los rodales de Chucaypulli 1 y 3 y los de Palguín, observado en el contraste de medias de la figura 11.

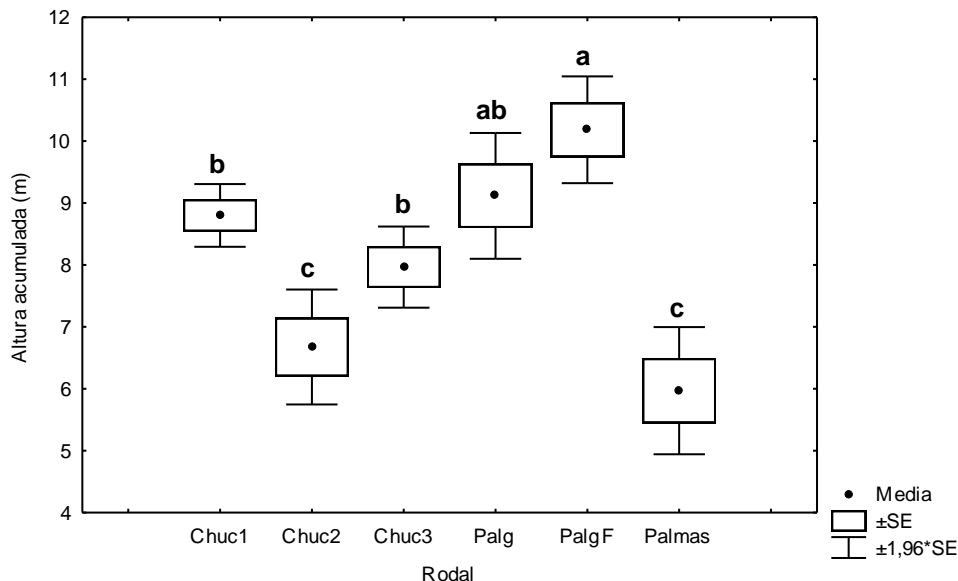


Figura 11. Comparación de crecimiento acumulado en altura (m) por rodal, a los 8 años. Letras distintas indican diferencias significativas.

Al analizar los crecimientos medios y corrientes en altura acumulada a los 8 años, mostrados en la figura 12, se observó que Palguín F presenta los mayores incrementos, con un IMA en altura de 1,3 m, seguido de Palguín y Chucaypulli 1 con 1,1 m de IMA, Chucaypulli 3 con 1 m de IMA, Chucaypulli 2 con 0,9 m y al final Las Palmas, con 0,8 m de IMA en altura. También se observa en Chucaypulli 1 que a la edad de 6 años empieza a disminuir notablemente el ICA en altura, cruzándose con la curva de IMA a esa edad.

Al comparar los crecimientos en altura acumulada, mostrado en la figura 11, se obtuvo que no hay diferencias significativas en el crecimiento en altura asociado a la fertilización entre los rodales de Palguín.

En Chucaypulli, en los rodales plantados a distinta densidad, se observa que el rodal de Chucaypulli 2, establecido a 3x2 m difiere significativamente de Chucaypulli 1 y 3, presentando un menor incremento en altura. De este mismo modo, la exposición Norte y Sur en Chucaypulli presentan diferencias significativas en crecimiento acumulado en altura.

Al comparar el rodal de Palguín sin fertilizar con Las Palmas, se observa que difieren significativamente en el crecimiento en altura acumulada (figura 11), rodales establecidos en distintos sitios.

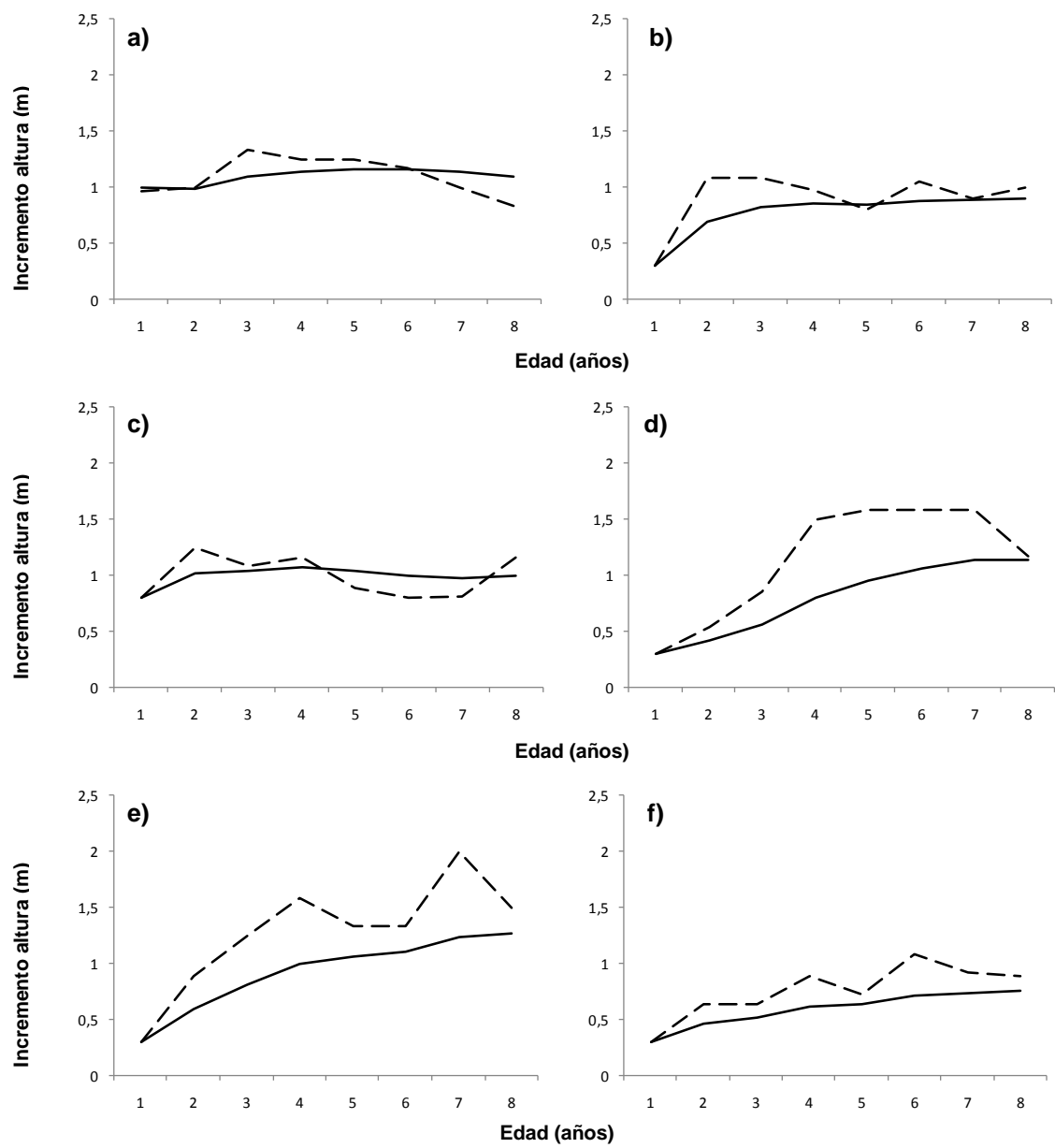


Figura 12. ICA e IMA en altura (m) por rodal, a la edad de 8 años. a) Chucaypulli 1. b) Chucaypulli 2. c) Chucaypulli 3. d) Palguín. e) Palguín F. f) Las Palmas.

4.2.3 Crecimiento en volumen

Al comparar el crecimiento acumulado en volumen individual (m^3) por rodal, a la edad de 5 años, se aprecia en la figura 13, que los rodales de Palguín presentan los mayores incrementos en volumen individual con respecto a los otros rodales. Al comparar los rodales, el resultado es que hay diferencias en su incremento acumulado en volumen (m^3) ($F=4,44$; $P=0,0038$).

Al contrastar las medias del incremento en volumen, se obtuvo que los rodales de Palguín difieren de los de Chucaypulli y las Palmas (Figura 14).

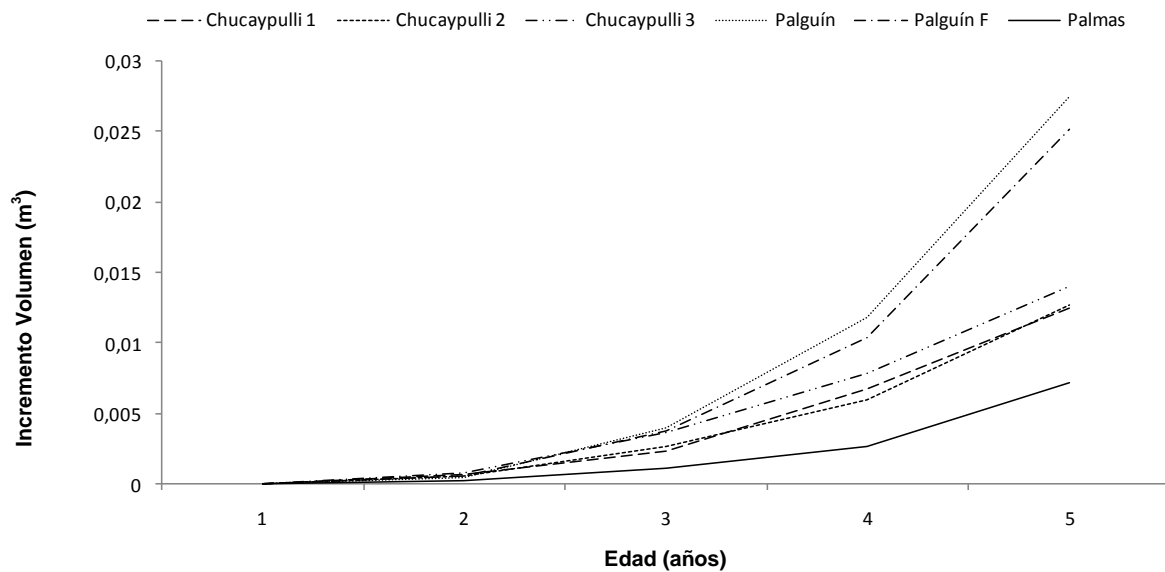


Figura 13. Crecimiento individual acumulado en volumen (m^3) por rodal a los 5 años.

En la figura 14 se observa que los rodales de Palguín difieren significativamente en crecimiento volumétrico del resto de los rodales, destacándose en estos rodales que los individuos alcanzaron a los 5 años un poco más de $0,025 m^3$ de volumen individual, en contraste con los otros rodales, en que se presentaron valores por debajo de los $0,014 m^3$ de volumen individual, siendo el rodal de peor crecimiento el de Las Palmas, con tan sólo $0,007 m^3$ de volumen.

Las plantaciones en Chucaypulli, de exposición Norte y Sur no difirieron significativamente en su crecimiento acumulado en volumen. Al comparar los rodales de Palguín, con tratamiento y sin tratamiento de fertilización (Palguín y Palguín F) estos muestran que no difieren en su crecimiento acumulado en volumen individual. También se observa que los rodales de Chucaypulli, a distintas densidades no presenta diferencias significativas en su incremento volumétrico (figura 14) y menos marcadas diferencias en sus crecimientos medios y corrientes en volumen (figura 15). Entre Palguín y Las Palmas se observan diferencias significativas en volumen, asociadas al sitio (figura 14).

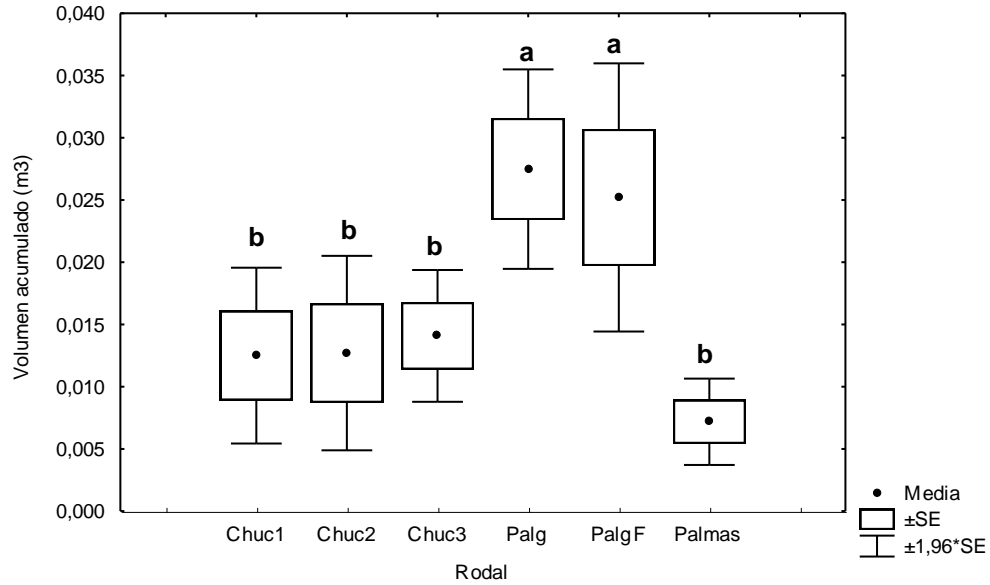


Figura 14. Comparación de crecimiento acumulado en volumen (m^3) por rodal, mediante el test de Duncan (95%)

En la figura 15a se resume el ICA en volumen por rodal y en la figura 15b, el IMA en volumen por rodal, observándose en ambas figuras el mayor incremento volumétrico de los rodales de Palguín.

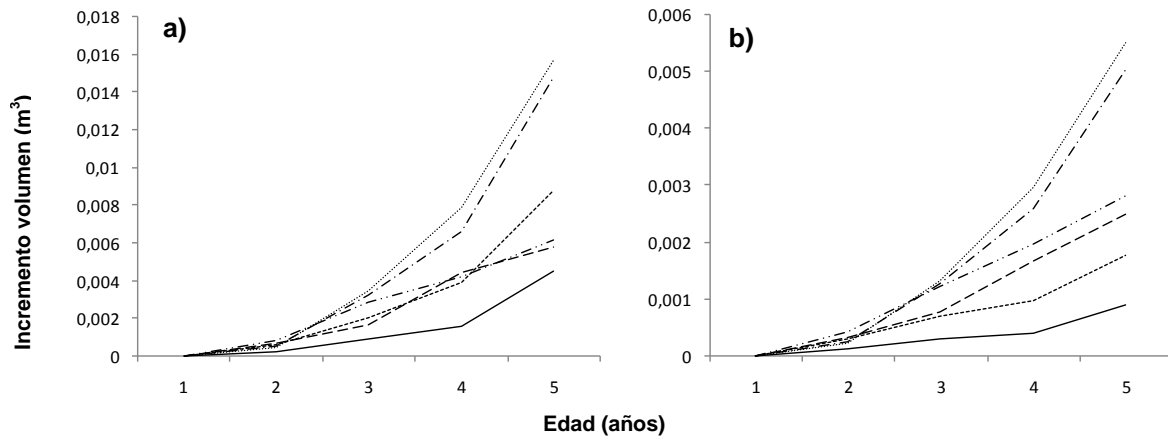


Figura 15. Incremento corriente y medio anual en volumen (m^3), por rodal a los 5 años. a) ICA en volumen b) IMA en volumen.

4.3 Calidad de las plantaciones

Los rodales de San José, establecidos a distinta densidad, muestran que la mayor proporción de individuos se ubican en la calidad 2, como se ilustra en la figura 16. Se observa también que el rodal de Chucaypulli 3 tiene una mayor proporción de sus individuos en calidad 1 con respecto a los rodales más densos, de 3x2 y 1,5x1,5 m de espaciamiento. La calidad no mostró diferencias significativas asociadas a la densidad ($P=0,727$), como es el caso de estos 3 rodales y tampoco asociada a la exposición, entre Chucaypulli 2 y Chucaypulli 3 ($P=0,694$).

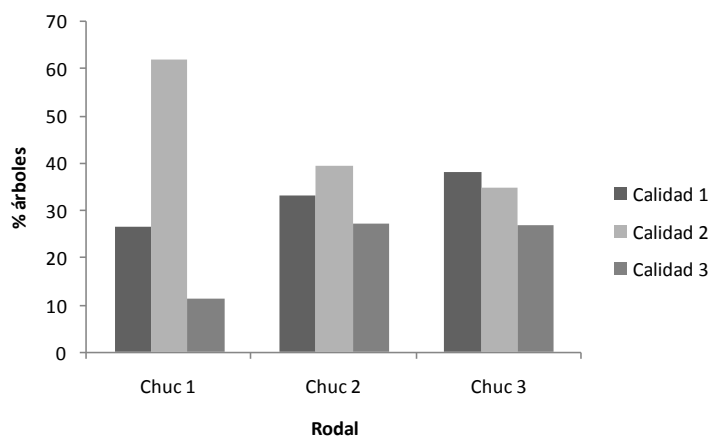


Figura 16. Calidad de las plantaciones de Chucaypulli. Chuc 1: Chucaypulli 1. Chuc 2: Chucaypulli 2. Chuc 3: Chucaypulli 3.

Las plantaciones establecidas en Panguipulli, en los rodales de Palguín, se concentran en la calidad 2, no mostrando diferencias significativas en la distribución de calidad entre el rodal con tratamiento de fertilización y el rodal sin fertilizar ($P=0,162$). Sin embargo, el rodal sin fertilización presenta una mayor proporción de individuos en la calidad 3, con respecto al rodal fertilizado (figura 17) y las diferencias son marginalmente no significativas.

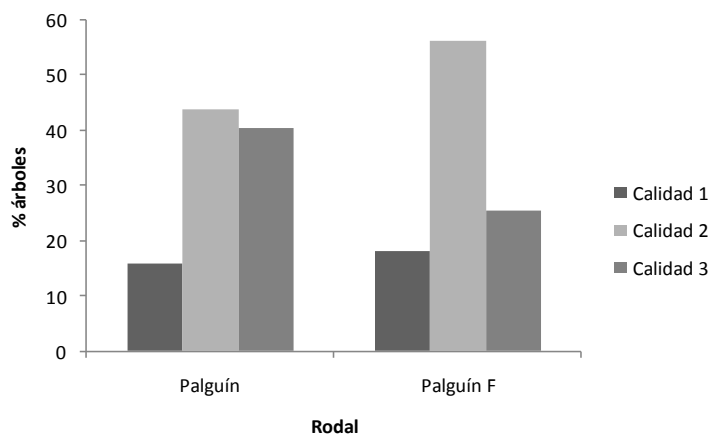


Figura 17. Calidad de las plantaciones de Palguín.

La plantación establecida en Valdivia presenta una mayor proporción de individuos en la calidad 1 (figura 18). Este alto valor, de un 48% en calidad 1 se ve influenciado por un tratamiento de raleo que tuvo el rodal, diferenciándose significativamente en la variable calidad el rodal de Palguín con Las Palmas ($P=0,044$).

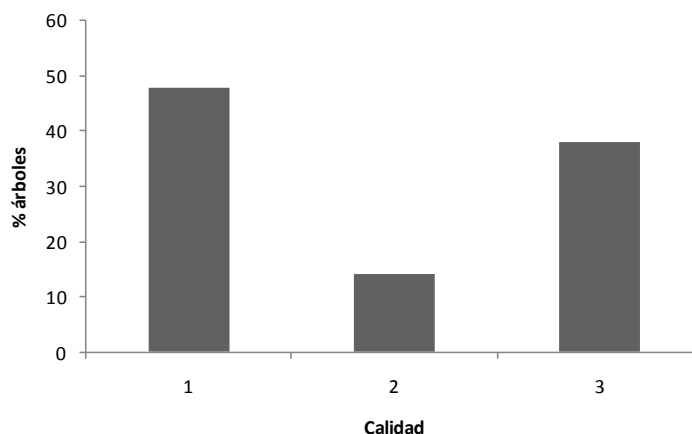


Figura 18. Calidad de la plantación de Las Palmas.

4.3.1 Infestación de las plantaciones

En el análisis fustal, a través de la observación de las rodelas, se pudo detectar la presencia del estado larvario de *Cheloderus childreni*. En este caso, el predio de Las Palmas fue excluido de este análisis, por haber sido raleado (presentando un 0% de árboles infestados). En el cuadro 11 se indican los árboles que presentaban signos de daño, como barrenaduras en el xilema.

Cuadro 11. Árboles con presencia de galerías de *Cheloderus childreni*

Rodal	Árbol	Altura daño (m)	Cuadrantes dañados*	Posición social árbol
Chucaypulli 1	A5	2	1	C
	A5	5	1	C
Chucaypulli 3	B1	0,3	1	D
	B6	2	2	C
Palguín SF	C5	3	1	D
Palguín CF	FC4	1,3	1	C

*Con referencia a los 4 cuadrantes con que fue dividida la rodela para su análisis de crecimiento

El ataque de este insecto se observó entre los 30 cm del suelo (árbol B1) hasta una altura de 5 metros (árbol A5). Sólo un árbol de los analizados, en el rodal de Chucaypulli 3 mostró más de una galería, abarcando 2 cuadrantes de la rodela, asumiéndose que este individuo presentó más de una larva.

Al observar el porcentaje de infestación de *Cheloderus childreni* en las plantaciones evaluadas, excluyendo Las Palmas, la muestra se redujo a 30 árboles. De esta

muestra presentaban infestación sólo un 20% de ellos. En mayor proporción el ataque se observó en los árboles codominantes en relación a los dominantes, como se aprecia en la figura 19.

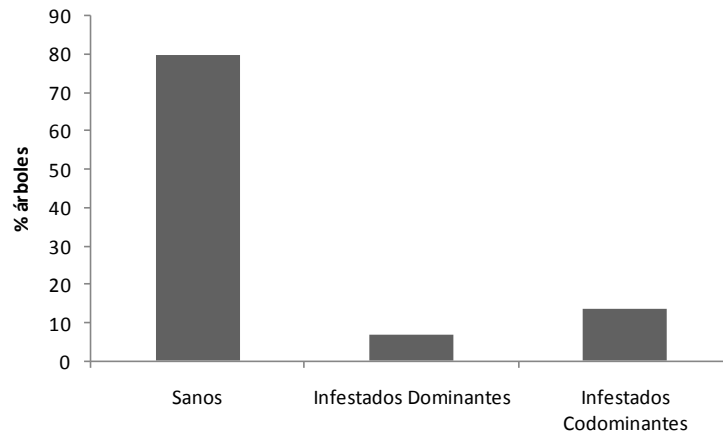


Figura 19. Proporción de árboles sanos y atacados, de una muestra de 30 árboles y separados por posición social (Dominante y Codominante)

En el rodal de Chucaypulli 2, establecido a 3x2 m, no se encontraron signos de *Cheloderus childreni* en las rodelas analizadas.

5. DISCUSIÓN

5.1 Crecimiento de las plantaciones

Al analizar la caracterización de los rodales, se aprecia que el sector de Palguín presenta un mejor desarrollo que las otras plantaciones evaluadas, alcanzando a los 11 años, un volumen promedio de 275 m³, mayor que los otros rodales, como se observa en los cuadros 8, 9 y 10. Entre Palguín con fertilización inicial y Palguín sin tratamiento, no se observa diferencia en su desarrollo en volumen (m³) y DMC (cm), pero sí en altura, alcanzando el rodal fertilizado 1,6 m más de altura promedio que el rodal sin tratamiento (cuadro 10).

El rodal de Las Palmas, ha tenido un lento desarrollo, alcanzando a los 19 años sólo 162 m³ de volumen. Esto quizás sea debido al uso anterior del suelo, con una rotación forestal de *Pinus radiata*. En Chucaypulli, el rodal de menor densidad (3x3 m) con 12 años ha alcanzado un volumen de 243 m³, con un mejor desarrollo que las otras plantaciones establecidas en el sector, como se indica en el cuadro 8. Esta diferencia puede ser atribuida a que los individuos presentan un mayor espaciamiento, habiendo menos competencia para la obtención de recursos del suelo.

En el análisis fustal, se observa que el crecimiento en general de las plantaciones fue mejor en el rodal de Palguín, comparación realizada a los 5 años, que es la edad sin competencia, como se aprecia en el anexo 5. Estos rodales de Palguín, en el sector de Panguipulli incluso muestran mayores incrementos medios en DAP y altura que los reportados por Donoso *et al.* (2006) para el mismo sector, situación que se mantiene después de la edad de comparación, a los 11 años (anexo 3).

5.1.1 Efecto de la densidad en el crecimiento de las plantaciones

El efecto de la densidad fue evaluado en el predio Chucaypulli, para evitar diferencias atribuibles al sitio. En este lugar se presentan espaciamientos de 1,5x1,5 m, 3x2 m y 3x3 m. En este sector se observó que el incremento en DAP fue mucho mayor en Chucaypulli 3, diferenciándose significativamente de Chucaypulli 1, como se observa en las figuras 7 y 8, coincidiendo con lo indicado por Donoso *et al.* (1993) en cuanto a que a menor densidad, mayor es el incremento en diámetro y altura de las plantaciones de *N. dombeyi*.

El efecto de la densidad se observa también en las curvas de incremento medio y corriente, donde en Chucaypulli 1, a la edad de 5 años, la curva de ICA intercepta la de IMA, mostrando una merma de crecimiento, en cambio Chucaypulli 3 a la misma edad, aun no muestra un declive en su incremento diamétrico (figura 9). A la edad de 12 años (anexo 4) esta tendencia se mantiene, mostrando la curva de crecimiento acumulado de Chucaypulli 1, una forma asintótica, con una tasa muy baja de incremento diamétrico, en cambio en Chucaypulli 3, la curva de crecimiento a esta

misma edad, se presenta casi como una recta ascendente, sin mostrar aún un decaimiento en el crecimiento, considerando además que el IMA a la edad de 5 años es de 16,3 mm y a los 12 años de 15,5 mm (anexo 3).

En el crecimiento en altura, se puede observar que el mayor incremento ocurrió en Chucaypulli 1 (figura 10 y 11), esto debido a la alta densidad, lo que generó una gran competencia por la luz entre los individuos de *N. dombeyi* allí establecidos. Sin embargo es el rodal de Chucaypulli 2 el que presenta menores incrementos en altura, diferenciándose significativamente de Chucaypulli 1 y 3. Este efecto puede deberse en mayor proporción a la exposición que a la densidad.

En el crecimiento medio y corriente anual en altura (figura 12), los rodales de Chucaypulli 2 y Chucaypulli 3 presentan un declive en el crecimiento en altura a la edad de 4 años, observado en el peak que alcanza el ICA a esta edad, para empezar a disminuir y cruzarse con la curva del IMA en altura. Esta situación de declive en el crecimiento en altura ocurre en el rodal de Chucaypulli 1 a la edad de 6 años, lo que a la luz de los resultados indica que los individuos de Chucaypulli 1 concentraron su crecimiento mayormente en la variable altura que en DAP.

En el crecimiento en volumen, se observa un mayor incremento individual en Chucaypulli 3 (figura 13 y 14). No obstante el efecto de la densidad no mostró diferencias significativas en los incrementos volumétricos.

5.1.2 Efecto de la exposición en el crecimiento de las plantaciones

El efecto de la exposición fue evaluado en Chucaypulli, evitando así diferencias por efecto del sitio, entre el rodal de Chucaypulli 2 (N) y Chucaypulli 3 (S), de densidades similares. En este sector, no se encontraron diferencias en el crecimiento en DAP, como se indica en la figura 8, pero si se detectaron diferencias significativas en el crecimiento acumulado en altura, presentando un mayor crecimiento el rodal con exposición Sur (figura 11). Donoso *et al.* (1993) muestran también una mayor altura acumulada en plantaciones situadas en exposición Sur con respecto a exposición Norte (cuadro 1 y 2). Estas diferencias pueden explicarse en esta zona por la influencia mediterránea descrita en la provincia de Valdivia, provocando una probable deficiencia hídrica en meses de verano en la exposición Norte. El menor incremento en altura acumulada observado en la exposición Norte con respecto a la Sur (figura 10 y 11) nos indica diferencias atribuibles al sitio (Prodan *et al.*, 1997) que en este caso es debido a la precipitación, dado que las plantaciones están establecidas en el mismo tipo de suelo.

En el incremento volumétrico, a pesar de la diferencia de crecimiento en la variable altura, no se detectaron diferencias en el volumen acumulado individual por efecto de la exposición (figura 14).

5.1.3 Efecto de la fertilización en el crecimiento de las plantaciones

En los rodales de Palguín, se comparó el efecto de la fertilización, rodales que se encuentran en una misma condición de sitio y en un sector plano. El rodal con tratamiento de fertilización no mostró diferencias significativas con respecto al rodal sin tratamiento de fertilización, en las variables DAP, altura e incremento volumétrico (figuras 8, 11 y 14). Sin embargo, el rodal fertilizado mostró levemente un mayor crecimiento en la variable altura (figura 10 y 11) coincidiendo con lo mencionado por Donoso *et al.* (2006) que *N. dombeyi* presenta mejores crecimientos con fertilización inicial, pero no llega a ser una diferencia significativa.

5.1.4 Efecto del sitio en el crecimiento de las plantaciones

En el efecto del sitio, que en este caso está asociado a las localidades evaluadas, se puede apreciar que el rodal de Las Palmas con respecto al rodal de Palguín sin tratamiento de fertilización, establecidos a la misma densidad, muestran una marcada diferencia, observándose diferencias significativas en la variable DAP (figura 8) con más de 30 mm de diferencia (figura 7). En el crecimiento en altura, estos rodales igual difieren significativamente, alcanzando mejores crecimientos el sector de Palguín con respecto a Las Palmas, como se observa en la figuras 10 y 11, con más de 4 m de diferencia a favor de Palguín. En volumen, también se observan diferencias significativas, siendo Palguín el rodal con un mayor incremento volumétrico (figura 14). Esta diferencia en crecimiento se hace aún más evidente al tener un mayor crecimiento acumulado en diámetro y volumen el rodal de Palguín a los 11 años, con respecto a Las Palmas a los 19 años, como se indica en el anexo 4. Esta diferencia a mayor edad es difícil de explicar, dado que Las Palmas es el único rodal que ha tenido cortas intermedias, como podas de formación y raleos y está en un sitio utilizado anteriormente con una rotación forestal. No obstante, Maureira (1995) reporta en Las Palmas, un volumen bruto de 198 m³ y un área basal de 19,6 m², en una plantación de 18 años, establecida a 3x2 m, valores que son inferiores a los alcanzados en Palguín, mostrados en el cuadro 10, lo que denota un menor incremento en las variables de crecimiento en este sector. No se pudo comparar la altura ya que no la reporta. En el cuadro 3 Donoso *et al.* (2006) muestran un mayor crecimiento medio en DAP y altura en la localidad de Panguipulli con respecto a Las Palmas, pudiéndose asumir entonces la diferencia de crecimiento por el factor sitio.

El efecto del sitio entre las otras localidades es más difícil de comparar, debido al efecto de la densidad, sin embargo la variable altura puede usarse como indicadora de sitio (Prodan *et al.*, 1997). La figura 11 indica que la altura no presenta diferencias significativas entre los rodales de Palguín y Chucaipulli, sin embargo, Las Palmas difiere significativamente de Chucaipulli 1 y 3 y de Palguín, atribuyéndose esta diferencia al sitio de Las Palmas, que además es el rodal que presenta los menores parámetros de crecimiento en DAP, altura y volumen, para la edad de comparación de 5 años.

5.2 Calidad de las plantaciones

5.2.1 Efecto de la densidad y exposición en la calidad de las plantaciones

Al evaluar la calidad de las plantaciones, se observa en Chucaypulli, donde se plantó a distintas densidades y en exposición Norte y Sur, que no hay diferencias significativas asociadas a la densidad plantada en calidad y tampoco asociadas a la exposición, pero se observa que a menor densidad, mayor es la proporción de individuos en calidad 1, como se muestra en la figura 16. Sin embargo, independiente de la densidad, la mayor proporción de individuos son de calidad 2.

5.2.2 Efecto de la fertilización en la calidad de las plantaciones

En Palguín, entre el rodal fertilizado y sin fertilizar, no se aprecian diferencias significativas en la distribución de calidad, concentrándose la mayor cantidad de árboles en la calidad 2. No obstante, se observa que el rodal fertilizado levemente tiene más individuos en calidad 1, que el rodal sin fertilizar y una menor proporción de individuos en la calidad 3, pudiéndose atribuir esta leve variación a un mayor vigor de los árboles fertilizados.

5.2.3 Efecto del sitio en la calidad de las plantaciones

Las Palmas es el único rodal analizado que posee una mayor proporción de sus individuos en calidad 1, con un 48% como se muestra en la figura 18, debido únicamente a los raleos que fueron realizados, extrayéndose los árboles con problemas sanitarios y de forma, no atribuyéndose esta diferencia al sitio, sino al manejo realizado, dado que los valores reportados por Maureira (1995) para Las Palmas, muestran un 13,5 % de individuos en calidad 1, 76,9 % en calidad 2 y 9,7 % en calidad 3. Estos valores para Las Palmas son más representativos en la calidad de plantaciones de *N. dombeyi*, siendo la tendencia de esta especie en los rodales analizados en la provincia, presentar la mayor proporción de individuos, independiente del sitio, densidad y exposición, en calidad 2. Este resultado de mayor proporción de individuos en calidad 1 para el rodal de Las Palmas nos indica que un método de control de *Cheloderus childreni* son las cortas intermedias, ya que al bajar la densidad, los individuos remanentes tienen mayor vigorosidad por un mejor acceso a la luz y al agua y nutrientes del suelo.

5.2.4 Infestación de las plantaciones

La muestra de árboles del análisis fustal mostró la presencia de barrenaduras en el xilema, atribuibles a *Cheloderus childreni*, en una mayor proporción en los árboles del estrato codominante que en los dominantes (figura 19). A pesar de encontrarse árboles infestados, al ser una plantación esta tasa fue muy baja, con un 20% de

árboles infestados, versus un 80% de árboles sanos. El daño de este insecto se registró desde la altura del tocón, es decir 30 cm del suelo, hasta una altura de 5 m, presentándose no más de una larva por árbol, ya que sólo se encontró una galería por rodela (cuadro 11) como indica Lanfranco *et al.*, (2002). En un solo individuo se encontraron dos galerías, a una altura de 2 m, deduciendo a que sólo este árbol presento dos larvas, siendo del estrato codominante en el rodal de Chucaypulli 3 (cuadro 11). En el rodal de Chucaypulli 2 no se encontró presencia de *Cheloderus childreni* en los árboles analizados y esto puede ser debido a que la muestra es muy pequeña para esta observación, considerando también que la proporción de árboles infestados puede ser mayor si se consideraran en la medición individuos del estrato intermedio y suprimido.

6. CONCLUSIONES

La densidad es un factor que influye en el crecimiento en DAP de *N. dombeyi*, presentado mayores incrementos a menor densidad, pero no fue un factor que afecte el incremento volumétrico y el crecimiento en altura de manera significativa, sin embargo rodales más densos alcanzaron mayor altura acumulada.

El sitio influye notoriamente en el crecimiento en diámetro, altura y volumen de *N. dombeyi*, presentando los mejores crecimientos el sector de Palguín diferenciándose significativamente de Las Palmas.

La exposición no es un factor que afecta el crecimiento de *N. dombeyi* en DAP y volumen, pero si en altura acumulada.

Los crecimientos por localidad fueron mayores en Palguín, presentando los mayores crecimientos en DAP y diferenciándose significativamente de todos los rodales en incremento volumétrico.

La fertilización no produce diferencias significativas en crecimiento en DAP, altura volumen en los árboles analizados.

La calidad no se vio afectada por la densidad, exposición, localidad y fertilización, presentando en todos los casos la mayor proporción de individuos en calidad 2, con individuos atacados por *Cheloderus childreni*, presentando su daño desde los 30 cm del suelo, hasta los 5 m de altura de la troza.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Bravo, S; Gimenez, A; Moglia, J. Caracterización anatómica del leño y evolución del crecimiento en ejemplares de *Acacia aroma* y *Acacia furcatispina* en la Región Chaqueña, Argentina. *Bosque (Valdivia)*, 2006, vol.27, no.2, p.146-154.
- Centro de Estudios Ambientales de Chile (CEA). 2008. Humedales del río Cruces, Climatología. INTERNET: <http://www.ceachile.cl/Cruces/Clima.htm> (Octubre, 2008)
- CIREN. 1999. Descripciones de suelos materiales y símbolos. Estudio Agrológico de la Provincia de Valdivia - X Región. Publicación CIREN. 196 p.
- Cruz, P; Honeyman, P; Pezo, A; Schulze, C. 2007. Análisis de crecimiento de árboles maduros de lenga (*Nothofagus pumilio*) en bosques de la XII Región, Chile. *Bosque (Valdivia)* .28(1): 18-24
- Davis, L.S; Johnson, K.N; Bettinge, P.S; Howard, T.E. 2001. Forest management to sustain ecological, economic and social values. Ed. 4^a. New York (USA). McGraw-Hill. Series in Forest Resources . 804 p
- Dirección Meteorológica de Chile (DMC). 2008. Descripción Climatológica. INTERNET: http://www.meteochile.cl/climas/climas_decima_region.html (Octubre, 2008)
- Diaz-Vaz, J; Poblete, H; Juacida, R; Devlinger, F. 2002. Maderas comerciales de Chile. Valdivia (Chile). Marisa Cúneo Ediciones.
- Donoso, C. 1994. Árboles Nativos de Chile, Guía de reconocimiento. 6 ed. Valdivia (Chile). Marisa Cuneo Ediciones. 116 p.
- Donoso, C. 1993. Bosques templados de Chile y Argentina. Variación Estructura y Dinámica. Santiago (Chile). Universitaria. 484 p.
- Donoso, P; Monfil, T; Otero, L; Barrales, L. 1993. Estudio de crecimiento de plantaciones y renovales manejados de especies nativas en el área andina de las provincias de Cautín y Valdivia. *Ciencia e Investigación Forestal* 7(2): 24-42
- Donoso, P; Donoso, C; Utreras, F; Zúñiga, A; Soto, D. 2005. El majestuoso coihue. *Chile Forestal* 318: 26-29.
- Donoso, P; Donoso, C; Navarro, C; Escobar, B. 2006. *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst. Coihue, Coigüe. In: Donoso, C. Las especies arbóreas de los

bosques templados de Chile y Argentina. Autoecología. Chile, Marisa Cuneo Ediciones. pp. 423-432

García, O. 1995. Apuntes de mensura forestal. I. Estática. Valdivia (Chile). Instituto de manejo, Univ. Austral de Chile. 66 p.

Lanfranco, D; Ide, S; Peredo, H; Vives, I. 2002. Agentes entomopatógenos asociados a productos forestales primarios de exportación. Valdivia (Chile). El Kultrún. 87 p.

Lavanderos, A. 1997. Caracterización y análisis de crecimiento para un renoval de *Nothofagus dombeyi* Mirb. Oerst. en la cordillera de los Andes de Valdivia. Tesis Ing. For. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Fac. de Cs. Forestales, 70 p.

Le-Quesne, C; Stark, D. 2006. Enciclopedia de la flora chilena. **INTERNET:** <http://www.florachilena.cl> (Mayo 30, 2007)

Loewe, V.; Toral, M.; Camelio, M.; Lopez, C; Urquieta, E. 1998. Potencialidad de Especies y Sitios para una Diversificación silvícola Nacional, Monografía de Coigüe. Santiago (Chile). CONAF; INFOR. 113 p.

Manqui, R. 2001. Contribución al conocimiento del daño provocado por *Holopterus chilensis* [Blanch.] en *Nothofagus obliqua* [Mirb.] Oerst. y *Cheloderus childreni* [Gray] en *Nothofagus dombeyi* [Mirb.] Oerst. en renovales de la IX región de Chile. Tesis Ing. For. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Fac. de Cs. Forestales, 84 p.

Maureira, J. 1995. Caracterización y evaluación del crecimiento de tres plantaciones de coigüe común (*Nothofagus dombeyi* (Mirb) Oerst), ubicadas en la provincia de Valdivia. Tesis Ing. For. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Fac. de Cs. Forestales, 71 p.

Prodan, M; R. Peters; F. Cox; P. Real. 1997. Mensura forestal. Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible. Santiago (Chile), GTZ-IIICA. 586 p.

Suarez, L; Aguilar, A; Gonzales, W. 2005. Patrones de infestación por insectos xilófagos en renovales de *Nothofagus obliqua* Mirb. y *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst. (Fagales: Nothofagaceae). *Rev. chil. hist. nat.* 78(1): 23-32.

Zuniga, R; Alberdi, M; Reyes-Diaz, M; Olivares, E; Hess, S; Bravo, L; Corcuera, L. 2006. Seasonal changes in the photosynthetic performance of two evergreen *Nothofagus* species in south central Chile. *Rev. chil. hist. nat.* 79 (4): 489-504.

ANEXOS

Anexo 1
Abstract and keywords

Abstract

In this study I evaluated the growth and quality of *Nothofagus dombeyi* plantations established in three locations in the intermediate depression of the province of Valdivia. In the San Jose de la Mariquina, in the Chucaypulli property, there are three stands established at different density. In Panguipulli, in the Palguín property, there are two stands planted at equal density, of which one had initial fertilization, and in Valdivia, in the property Las Palmas there is one stand.

In order to compare the growth of the trees, by location, density, aspect and fertilization treatment, a complete stem analysis was made from 6 trees by stand, thus obtaining a sample of 36 trees. Through annual ring count the current and average increments by stand in DBH (mm), height (m) and volume (m³) were measured. In order to obtain the volume with bark by tree, the Smalian formula was used.

The comparison of the growth data was made through Anova and the Duncan test (95%), at the age of 5 years for DBH and stem volume, age where it was observed that the trees grew without competition, and 8 years for the variable height, common age for which we had data. From this analysis I determined that growth is influenced by density, obtaining the best results in less dense stands. The fertilization is not a treatment that significantly influenced the growth in DBH, height and stem volume. The aspect is a factor that influences the growth in height of this species, reaching greater height in south aspect. The site influences growth, showing better growth without previous logging that caused soil compaction. The quality was compared through non-parametric analysis of Kruskal-Wallis, showing that were no significant differences in these plantations attributable to the site, exposure, density and fertilization. A greater proportion of the trees in quality 2 were observed.

In these plantations I observed the attack of the Cerambycidae *Cheloderus childreni* in 20% of the trees, not having more than one larvae by tree and appearing its attack from stump height to a height of 5 m, with a greater effect on codominant trees.

Keywords: Pure plantations, *Nothofagus dombeyi*, growth and quality.

Anexo 2

Datos de parcelas con tablas de rodal separadas por calidad

Tabla de rodal Chucaypulli 1

Rango	Marca Clase	altura prom	Calidad 1			Calidad 2			Calidad 3		
			N/ha	G/ha	Vol/ha	N/ha	G/ha	Vol/ha	N/ha	G/ha	Vol/ha
5 <7	6	10,6	20	0,0565	0,2798	240	0,6786	3,3779	40	0,1131	0,5615
7 <9	8	11,2	120	0,6032	3,1790	640	3,2170	16,9627	80	0,4021	2,1187
9 <11	10	11,8	300	2,3562	13,0661	620	4,8695	27,0052	80	0,6283	3,4829
11 <13	12	12,3	340	3,8453	22,2073	460	5,2025	30,0459	140	1,5834	9,1431
13 <15	14	12,6	180	2,7709	16,5063	360	5,5418	33,0144	60	0,9236	5,5009
15 <17	16	13,1	100	2,0106	12,3664	160	3,2170	19,7874	20	0,4021	2,4718
17 <19	18	13,4	20	0,5089	3,1993	40	1,0179	6,4004	20	0,5089	3,1993
19 <21	20	13,6							20	0,6283	4,0238
TOTAL			1080	12,15	70,80	2520	23,74	136,59	460	5,19	30,50

Tabla rodal Chucaypulli 2

Rango	Marca Clase	altura prom	Calidad 1			Calidad 2			Calidad 3		
			N/ha	G/ha	Vol/ha	N/ha	G/ha	Vol/ha	N/ha	G/ha	Vol/ha
5 <7	6	6,6	80	0,2262	0,7044	60	0,1696	0,5278	40	0,1131	0,3513
7 <9	8	7,4	100	0,5027	1,7468	120	0,6032	2,0965	100	0,5027	1,7468
9 <11	10	8,0	160	1,2566	4,7383	220	1,7279	6,5158	140	1,0996	4,1457
11 <13	12	8,5	160	1,8096	7,2239	180	2,0358	8,1271	160	1,8096	7,2239
13 <15	14	8,9	40	0,6158	2,5782	40	0,6158	2,5782			
15 <17	16	9,2				20	0,4021	1,7376			
TOTAL			540	4,41	16,99	640	5,55	21,58	440	3,52	13,47

Tabla rodal Chucaypulli 3

Rango	Marca Clase	altura prom	Calidad 1			Calidad 2			Calidad 3		
			N/ha	G/ha	Vol/ha	N/ha	G/ha	Vol/ha	N/ha	G/ha	Vol/ha
11 <13	12	13,4	40	0,4524	2,8547				40	0,4524	2,8547
13 <15	14	14,2	100	1,5394	10,3035	80	1,2315	8,2424	20	0,3079	2,0592
15 <17	16	14,9	120	2,4127	16,9307	100	2,0106	14,1086	20	0,4021	2,8202
17 <19	18	15,6	80	2,0358	14,9294	140	3,5626	26,1278	100	2,5447	18,6622
19 <21	20	16,1	100	3,142	23,885	60	1,885	14,33	40	1,2566	9,5527
21 <23	22	16,8	20	0,76	5,9991	40	1,521	12	80	3,0411	24,0019
23 <25	24	17,0	20	0,905	7,263	20	0,905	7,263	20	0,9048	7,2630
25 <27	26	17,6							20	1,0619	8,8003
TOTAL			480	11,25	82,17	440	11,11	82,07	340	9,97	76,01

Tabla rodal Palguín

Rango	Marca Clase	altura prom	Calidad 1			Calidad 2			Calidad 3		
			N/ha	G/ha	Vol/ha	N/ha	G/ha	Vol/ha	N/ha	G/ha	Vol/ha
7 <9	8	7,7				80	0,4021	1,4474			
9 <11	10	8,5				40	0,3142	1,2611	80	0,6283	2,5240
11 <13	12	9,8	40	0,4524	2,0825	80	0,9048	4,1668	80	0,9048	4,1668
13 <15	14	10,6	120	1,8473	9,1916	280	4,3103	21,4496	160	2,4630	12,2561
15 <17	16	10,6	80	1,6085	8,0367	280	5,6297	28,1332	120	2,4127	12,0560
17 <19	18	11,6	40	1,0179	5,5750	200	5,0894	27,8822	160	4,0715	22,3054
19 <21	20	11,8	40	1,257	6,9719	40	1,2566	6,9719	120	3,7699	20,9194
21 <23	22	13,0	40	1,521	9,3282				120	4,5616	27,9884
23 <25	24	13,9							80	3,6191	23,6971
25 <27	26										
TOTAL			360	7,70	41,19	1000	17,91	91,31	920	22,43	125,91

Tabla rodal Palguín F

Rango	Marca Clase	altura prom	Calidad 1			Calidad 2			Calidad 3		
			N/ha	G/ha	Vol/ha	N/ha	G/ha	Vol/ha	N/ha	G/ha	Vol/ha
7 <9	8	9,7				40	0,2011	0,9169			
9 <11	10	9,8				120	0,9425	4,3346			
11 <13	12	12,4	40	0,4524	2,6408	280	3,1667	18,4970			
13 <15	14	11,9	160	2,4630	13,8060	320	4,9260	27,6138	120	1,8473	10,3540
15 <17	16	12,5	80	1,6085	9,5038	160	3,2170	19,0095	120	2,4127	14,2567
17 <19	18	13,6	120	3,0536	19,6105	120	3,0536	19,6105			
19 <21	20	13,0				80	2,5133	15,3310	320	10,0531	61,3294
21 <23	22										
23 <25	24	14,9				80	3,619	25,4021			
25 <27	26	13,1				40	2,124	13,1044			
TOTAL			400	7,58	45,56	1240	21,64	130,72	560	14,31	85,94

Tabla rodal Las Palmas

Rango	Marca Clase	altura prom	Calidad 1			Calidad 2			Calidad 3			
			N/ha	G/ha	Vol/ha	N/ha	G/ha	Vol/ha	N/ha	G/ha	Vol/ha	
11	<13	12	12,6	40	0,4524	2,6764						
13	<15	14	13,1	13	0,2053	1,2681	13	0,2053	1,2681	13	0,2053	1,2681
15	<17	16	13,2	53	1,0723	6,6854				53	1,0723	6,6854
17	<19	18	14,9	27	0,6786	4,7667	13	0,3393	2,3824	40	1,0179	7,1510
19	<21	20	15,2	53	1,6755	12,0059	13	0,4189	3,0001	40	1,2566	9,0040
21	<23	22	16,2	53	2,0274	15,4282	40	1,5205	11,5707	27	1,0137	7,7132
23	<25	24	16,8	53	2,4127	19,1316	13	0,6032	4,7815	53	2,4127	19,1316
25	<27	26	16,5	27	1,4158	11,0257				13	0,7079	5,5119
27	<29	28										
29	<31	30										
31	<33	32	18,9							13	1,0723	9,5459
TOTAL				320	9,94	72,99	93	3,09	23,00	253	8,76	66,01

Anexo 3

Datos de análisis fustal en crecimiento en DAP y altura por rodal

Datos por árbol de crecimiento acumulado en DAP (cm) en Chucaypulli 1

Árbol	Año												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A1	8,5	20,3	29,5	35,8	41,5	45,0	48,3	52,0	55,8	57,8	59,5	60,8	
A2	4,0	8,5	16,0	23,3	30,3	38,5	42,3	44,8	49,3	53,3	56,3	59,0	62,8
A3	2,0	4,8	10,3	19,0	25,0	29,5	33,8	36,8	38,8	40,5	42,0	43,3	44,5
A4	2,8	10,8	18,3	24,0	28,8	31,5	34,8	38,3	41,0	43,5	45,3	47,0	
A5	2,5	8,0	15,5	25,0	29,8	35,0	40,5	46,3	49,0	51,8	53,3	54,5	55,3
A6	4,0	10,5	17,5	23,5	29,3	32,3	36,3	40,5	44,5	47,0	50,0	52,3	
Promedio	4,0	10,5	17,8	25,1	30,8	35,3	39,3	43,1	46,4	49,0	51,0	52,8	54,2

Datos por árbol de crecimiento acumulado en altura (m) en Chucaypulli 1

Árbol	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A1	0,3	1,3	3,3	4,3	6,3	7,3	8,3	9,3	9,8	10,3
A2	1,3	2,3	4,3	5,3	6,3	7,3	8,3	8,8	9,3	10,3
A3	1,3	2,3	3,3	5,3	6,3	7,3	8,3	9,3	10,3	11,3
A4	0,3	1,3	2,3	3,3	5,3	6,3	7,3	8,3	10,3	11,3
A5	2,3	3,3	4,3	4,8	5,3	6,3	7,3	7,8	8,3	9,3
A6	0,3	1,3	2,3	4,3	5,3	7,3	8,3	9,3	9,8	10,3
Promedio	1,0	2,0	3,3	4,6	5,8	7,0	8,0	8,8	9,6	10,5

Datos por árbol de crecimiento acumulado en DAP (cm) en Chucaypulli 2

Árbol	Año								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
E1	7,0	15,3	22,3	28,5	36,3	43,3	51,5	58,3	
E2	4,5	9,8	14,3	17,5	20,0	25,5	31,8	37,5	42,3
E3	3,3	9,5	17,5	22,3	33,8	40,0	46,5	54,0	60,0
E4	3,5	9,5	17,5	22,5	30,0	33,0	37,0	42,0	45,3
E5	6,3	16,8	24,0	35,0	43,8	50,5	58,3	64,0	
E6	6,5	16,3	26,5	34,5	40,5	45,5	53,0	60,3	66,8
Promedio	5,2	12,8	20,3	26,7	34,0	39,6	46,3	52,7	53,6

Datos por árbol de crecimiento acumulado en altura (m) en Chucaypulli 2

Árbol	Año							
	1	2	3	4	5	6	7	8
E1	0,3	1,3	2,3	3,3	4,3	5,3	5,8	6,8
E2	0,3	1,3	2,3	2,6	3,0	3,3	4,3	5,3
E3	0,3	1,3	2,3	3,3	4,3	5,3	6,3	7,3
E4	0,3	1,3	2,3	2,8	3,3	4,3	5,3	
E5	0,3	0,8	1,3	3,3	4,3	5,3	6,3	
E6	0,3	2,3	4,3	5,3	6,3	8,3		
Promedio	0,3	1,4	2,5	3,4	4,2	5,3	5,6	6,5

Datos por árbol de crecimiento acumulado en DAP (cm) en Chucaypulli 3

Árbol	Año											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
B1	8,0	18,5	26,3	36,3	47,0	55,8	61,8	70,3	78,5	84,3	91,3	97,5
B2	5,0	12,5	19,3	29,5	40,5	44,0	47,3	52,3	58,0	63,0	68,5	72,8
B3	7,8	16,3	21,3	26,5	42,3	53,0	64,0	74,5	83,8	92,5	98,8	
B4	5,5	18,5	28,0	37,8	49,3	61,8	68,3	77,0	85,3	93,5	101,8	108,5
B5	6,0	11,8	20,8	30,0	35,3	43,3	50,5	55,0	60,0	63,5		
B6	5,3	12,8	19,5	22,0	29,8	39,3	44,0	48,3	52,8	56,8	60,5	
Promedio	6,3	15,0	22,5	30,3	40,7	49,5	56,0	62,9	69,7	75,6	84,2	92,9

Datos por árbol de crecimiento acumulado en altura (m) en Chucaypulli 3

Árbol	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B1	1,3	3,3	4,3	5,3	6,3	6,8	7,3	8,3	9,3	10,3
B2	1,3	2,3	3,3	4,3	5,3	6,3	7,3	8,3	9,3	10,3
B3	0,3	2,3	4,3	5,3	5,6	6,0	6,3	7,3	8,3	
B4	1,3	2,3	3,3	5,3	6,3	7,3	8,3	9,3	10,3	
B5	0,3	0,8	1,3	2,3	3,3	4,3	5,3	7,3	9,3	
B6	0,3	1,3	2,3	3,3	4,3	5,3	6,3	7,3	8,3	
Promedio	0,8	2,1	3,1	4,3	5,2	6,0	6,8	8,0	9,1	10,3

Datos por árbol de crecimiento acumulado en DAP (cm) en Palguín

Árbol	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C1	5,8	12,3	24,8	35,0	47,5	56,5	61,3	64,8		
C2	6,8	15,8	29,3	39,5	53,3	62,5	70,0	76,3	81,3	
C3	5,3	11,3	19,3	29,3	42,0	51,0	56,0	60,8	63,8	
C4	6,0	11,3	21,0	29,8	42,5	52,0	57,8	61,0	63,5	
C5	4,8	10,3	21,3	34,3	46,3	55,5	63,5	68,8	73,3	75,3
C6	4,8	10,8	23,0	33,5	46,5	53,8	57,0	60,3		
Promedio	5,5	11,9	23,1	33,5	46,3	55,2	60,9	65,3	70,4	75,3

Datos por árbol de crecimiento acumulado en altura (m) en Palguín

Árbol	Año								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C1	0,3	0,6	1,1	1,6	4,6	6,6	7,6	9,6	
C2	0,3	1,0	1,6	5,6	6,6	8,1	9,6	10,6	
C3	0,3	0,8	1,3	3,3	4,3	5,3	7,3	8,3	9,3
C4	0,3	0,6	1,6	2,6	4,6	5,6	7,6	8,6	9,6
C5	0,3	1,3	3,3	4,3	6,3	8,3	9,3	10,3	
C6	0,3	0,8	1,3	1,8	2,3	4,3	6,3	7,3	8,3
Promedio	0,3	0,8	1,7	3,2	4,8	6,4	8,0	9,1	9,1

Datos por árbol de crecimiento acumulado en DAP (cm) en Palguín fertilizado

Árbol	Años									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FC1	5,3	12,5	25,5	40,0	51,8	62,8	69,0	72,8	75,5	78,0
FC2	3,0	7,3	12,3	23,5	32,0	39,8	44,0	47,3	50,8	53,5
FC3	4,8	13,0	27,0	41,0	52,8	66,8	77,0	85,0	93,3	100,5
FC4	2,5	6,5	14,3	25,8	34,0	42,8	45,8	49,0		
FC5	5,0	12,3	26,0	38,8	49,3	59,3	66,3	71,0	74,0	76,3
FC6	5,5	12,5	24,3	39,3	52,0	63,8	74,0	81,3	86,5	90,8
Promedio	4,3	10,7	21,5	34,7	45,3	55,8	62,7	67,7	76,0	79,8

Datos por árbol de crecimiento acumulado en altura (m) en Palguín fertilizado

Árbol	Años							
	1	2	3	4	5	6	7	8
FC1	0,3	1,3	3,3	5,3	6,3	7,3	9,3	11,3
FC2	0,3	1,3	1,8	2,3	4,3	5,3	8,3	9,3
FC3	0,3	1,3	3,3	5,3	6,3	8,3	9,3	11,3
FC4	0,3	0,6	1,6	2,6	3,6	4,6	7,6	8,6
FC5	0,3	1,3	2,3	4,3	5,3	7,3	8,3	10,3
FC6	0,3	1,3	2,3	4,3	6,3	7,3	9,3	10,3
Promedio	0,3	1,2	2,4	4,0	5,4	6,7	8,7	10,2

Datos por árbol de crecimiento acumulado en DAP (cm) en Las Palmas

Anillo	Años																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
LP1	5,3	10,8	19,0	22,3	24,5	28,3	32,8	35,5	38,8	46,3	54,3	60,8	64,5	68,5	72,5	77,3		
LP2	5,0	10,3	15,0	21,5	30,5	36,0	41,8	45,8	48,3	51,8	57,0	61,3	65,8	69,5	71,3	72,3	74,0	
LP3	4,0	7,8	17,5	23,0	28,5	32,3	36,3	41,3	46,0	49,8	54,5	58,5	62,0	65,0	68,0			
LP4	3,3	7,3	10,8	15,8	24,8	30,0	33,0	37,3	39,5	41,3	43,5	45,8	49,5	53,0	55,5	57,5	59,3	
LP5	4,5	9,8	17,8	26,0	33,5	43,8	51,5	59,0	65,0	68,8	71,0	74,8	78,0	82,3	88,8	91,8	94,5	97,0
LP6	2,3	6,3	13,5	23,8	31,5	40,5	45,8	51,3	55,5	57,8	59,5	61,3	63,5	66,5	68,8	70,3	71,5	72,5
Promedio	4,0	8,7	15,6	22,0	28,9	35,1	40,2	45,0	48,8	52,6	56,6	60,4	63,9	67,5	70,8	73,8	74,8	

Datos por árbol de crecimiento acumulado en altura (m) en Palguín fertilizado

Anillo	Años														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
LP1	0,3	0,8	1,3	1,8	2,3	3,3	4,3	5,3	6,3	7,3	8,3	9,3	10,3	10,8	11,3
LP2	0,3	0,5	1,0	3,0	4,0	4,5	5,0	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	9,5	10,0	11,0
LP3		0,3	0,6	1,0	1,3	2,3	3,3	4,3	5,3	6,3	7,3	9,3	10,3	10,8	11,3
LP4	0,3	0,8	1,3	1,8	2,3	3,3	4,3	5,3	6,3	8,3	8,8	9,3	10,3	11,3	
LP5	0,3	1,3	2,3	3,3	4,3	6,3	7,3	7,6	8,0	8,3	9,3	9,8	10,3	10,8	11,3
LP6	0,3	1,3	2,3	3,3	4,3	5,3	6,3	7,3	7,8	8,3	8,8	9,3	10,3	11,3	
Promedio	0,3	0,8	1,5	2,4	3,1	4,2	5,1	6,0	6,7	7,6	8,4	9,3	10,2	10,8	11,2

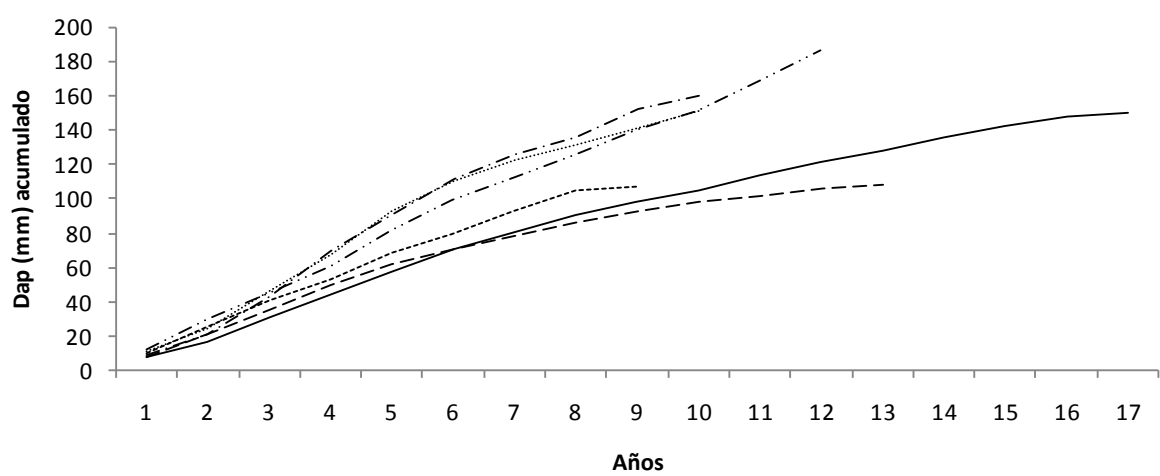
Incremento corriente anual, medio anual en altura y DAP, por rodal estudiado

Rodal	Espaciamiento (m)	Edad (años)	IMA H (m)	IMA DAP (mm)
Chucaypulli 1	1,5 x 1,5	13	1,04	8,3
Chucaypulli 2	3 x 2	10	0,99	11,9
Chucaypulli 3	3 x 3	12	1,01	15,5
Palguín	2 x 2	11	1,14	15,1
Palguín CF	2 x 2	11	1,24	16
Las Palmas	2 x 2	19	0,77	9,4

Anexo 4

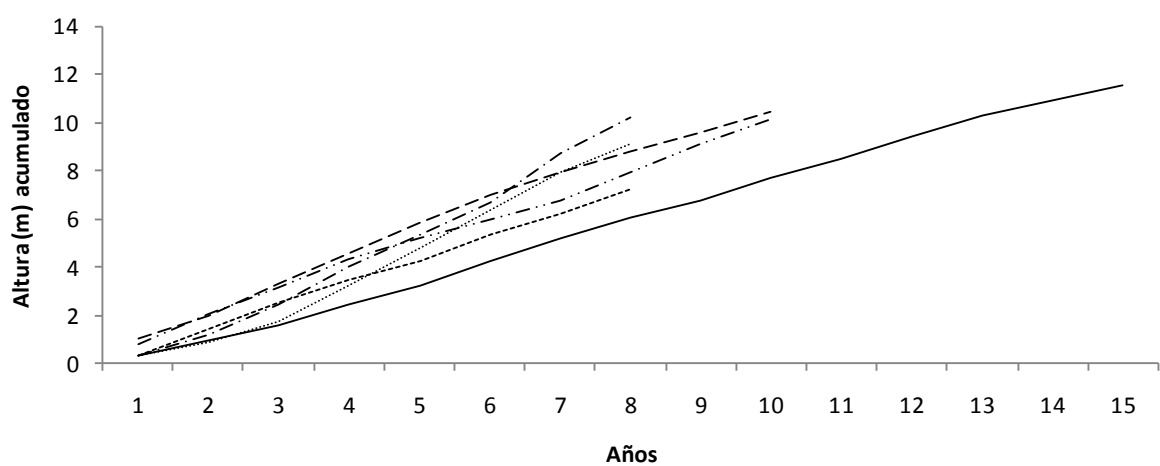
Curvas de crecimiento en DAP, altura y volumen acumulado por rodal

--- Chucaypulli 1 Chucaypulli 2 -.-.- Chucaypulli 3 Palguín -.-.- Palguin F —— Las Palmas



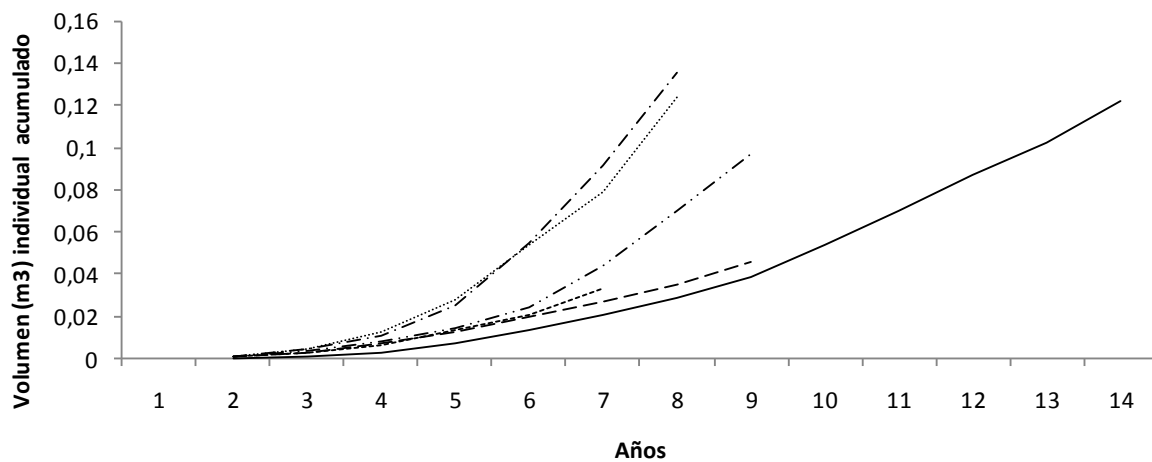
Crecimiento acumulado en DAP (mm) por rodal

--- Chucaypulli 1 Chucaypulli 2 -.-.- Chucaypulli 3 Palguín -.-.- Palguin F —— Las Palmas



Crecimiento acumulado en altura (m) por rodal

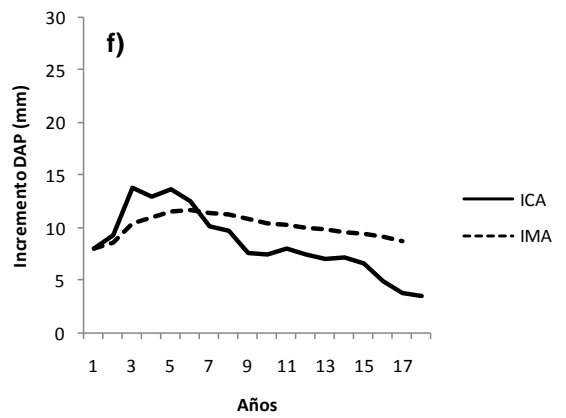
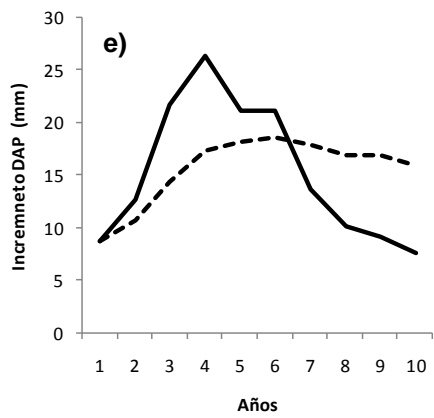
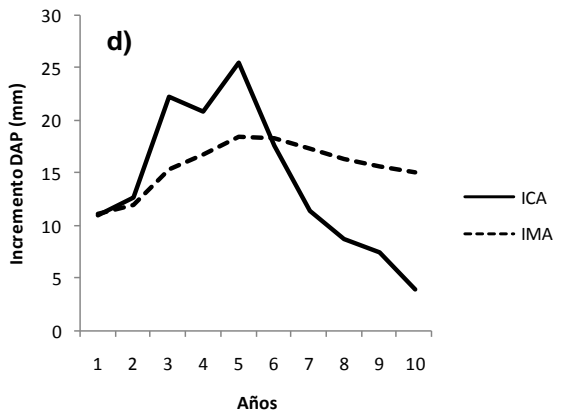
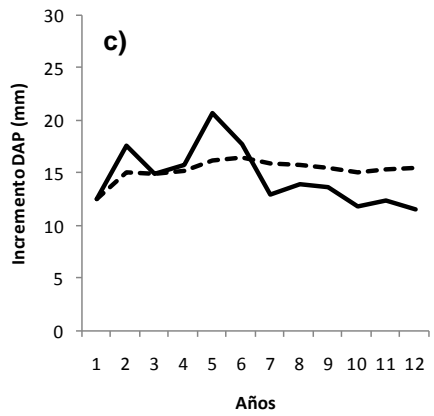
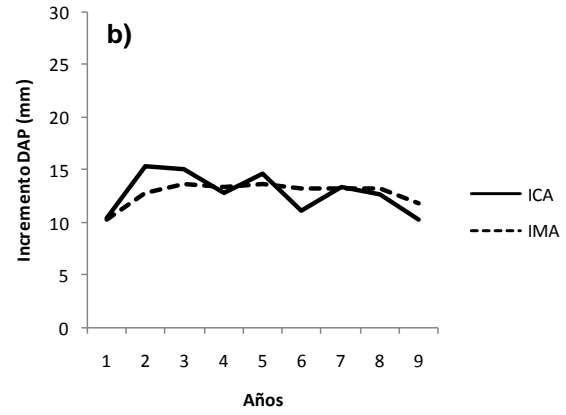
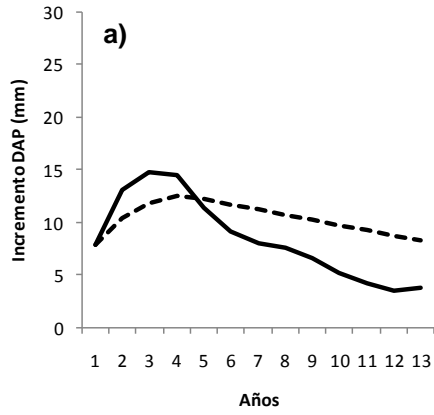
--- Chucaypulli 1 Chucaypulli 2 -.-.- Chucaypulli 3 Palguín -.-.- Palguin F — Las Palmas



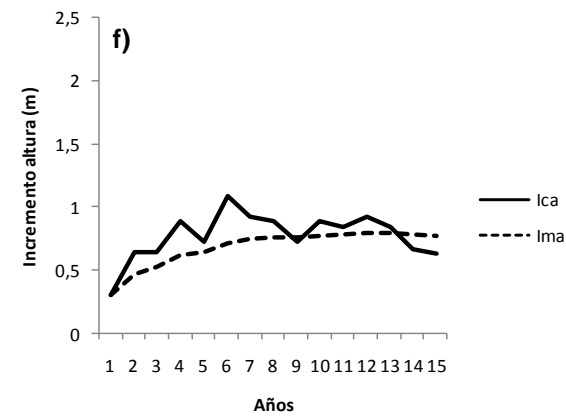
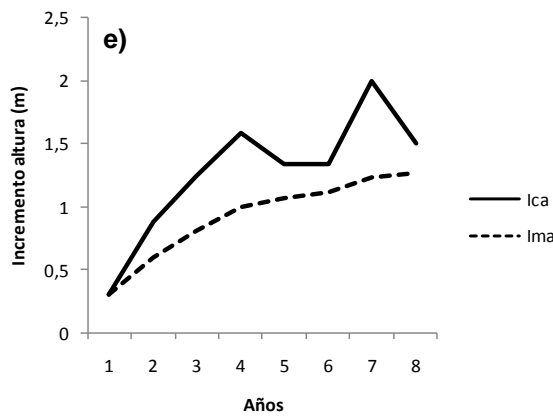
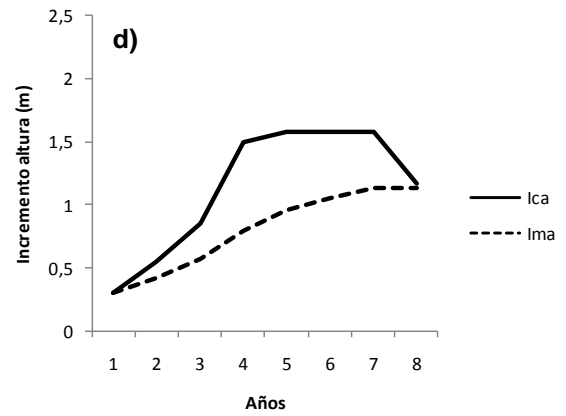
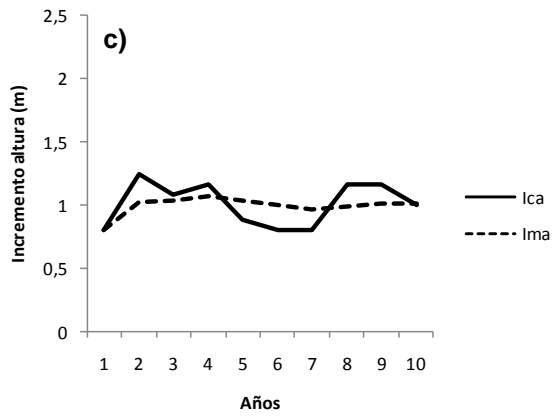
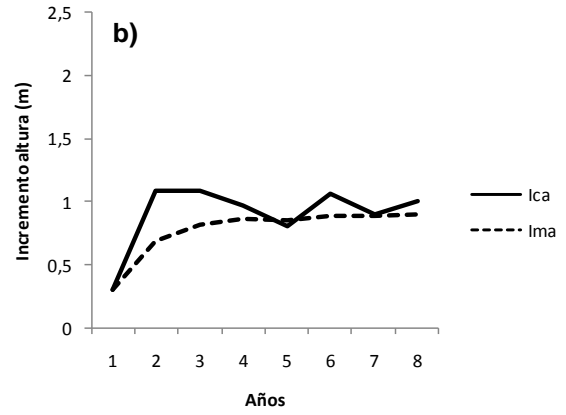
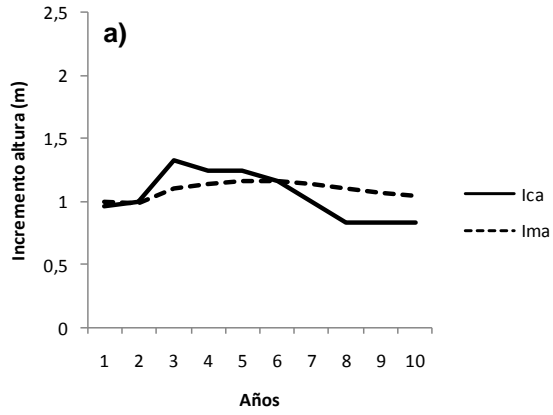
Crecimiento acumulado en volumen (m³) individual por rodal

Anexo 5

Curvas de crecimiento medio y corriente anual por rodal en DAP y altura



IMA e ICA en DAP (mm) por roda. a) Chucaypulli 1. b) Chucaypulli 2. c) Chucaypulli 3. d) Palguín. e) Palguín F. f) Las Palmas.



IMA e ICA en altura (m) por rodal. a) Chucaypulli 1. b) Chucaypulli 2. c) Chucaypulli 3. d) Palguín. e) Palguín F. f) Las Palmas.

Anexo 6

Resultados de análisis estadístico

Comparación de volumen acumulado a los 5 años

Tabla ANOVA para Vol Acumulado por Rodal

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,0019164	5	0,000383281	4,44	0,0038
Intra grupos	0,00258719	30	0,0000862395		
Total (Corr.)	0,00450359	35			

Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de Vol Acumulado entre un nivel de Rodal y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

Pruebas de Múltiple Rangos para Vol Acumulado por Rodal

Método: 95,0 porcentaje Duncan

Rodal	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Palmas	6	0,00718333	X
Chuc1	6	0,0125	X
Chuc2	6	0,0127	X
Chuc3	6	0,0140833	X
PalgF	6	0,0252	X
Palg	6	0,0274833	X

No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's.

Comparación de calidad por densidad

Prueba de Kruskal-Wallis

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
Chuc 1	203	171,303
Chuc 2	81	180,864
Chuc 3	63	173,865

Estadístico = 0,636159 Valor-P = 0,727545

Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.

Comparación de calidad por exposición

Prueba de Kruskal-Wallis

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
Chuc 2	81	73,6296
Chuc 3	63	71,0476

Estadístico = 0,153766 Valor-P = 0,694962

Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.

