



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales

**Crecimiento de dos rodales de roble (*Nothofagus obliqua*)
en condiciones de exposición y pendiente diferentes en
la comuna de Futrono.**

Profesor Patrocinante: Sr. Pablo Donoso

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

ANDRES RICARDO CIAMPI SCHÖBITZ

Valdivia, Chile
2010

CALIFICACIÓN DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

	Nota
Patrocinante: Pablo Donoso H.	<u>5,4</u>
Informante: Alicia ortega	<u>4,9</u>
Informante: Victor Gerding	<u>4,6</u>

El Patrocinante acredita que el presente Trabajo de Titulación cumple con los requisitos de contenido y de forma contemplados en el reglamento de Titulación de la Escuela.

Del mismo modo, acredita que en el presente documento han sido consideradas las sugerencias y modificaciones propuestas por los demás integrantes del Comité de Titulación.

Pablo Donoso H.

Dedico este trabajo a quienes no desisten jamás de la lucha por buscar lo que más aman en la vida. Ellos construirán el mundo del mañana.

*Mi eterno y absoluto agradecimiento a mis padres,
por su noble herencia de sabiduría, amor y respeto.*

*A mis hermanos por mostrarme siempre quien verdaderamente soy.
A los bosque por entregarme el amor profundo que siento por la naturaleza.
Y a mi Maestro Suryavan Solar por guiarme en mi búsqueda de la libertad*

ÍNDICE DE MATERIAS

		Página
1	INTRODUCCIÓN	1
2	MARCO TEÓRICO	3
	La distribución geográfica del roble en Chile	3
	Zonas de crecimiento	3
	El tipo forestal roble-raulí-coigüe	5
	Crecimiento del roble	5
3	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	7
3.1	Área del estudio	7
3.1.1	Composición florística	8
3.1.2	Clima	9
3.2	Medición en terreno	9
3.2.1	Análisis de crecimiento	9
3.2.2	<i>Caracterización de suelo</i>	10
3.2.3	<i>Análisis de crecimiento</i>	10
4	RESULTADOS	13
4.1	Análisis de los suelos	13
4.2	Análisis de crecimiento	19
5	DISCUSIÓN	25
6	CONCLUSIONES	28
7	BIBLIOGRAFÍA	29
	ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

Página

Cuadro 1	Zonas de crecimiento (m ³ /ha/año) para renovales de 15 a 24 años de roble según Donoso <i>et al.</i> (1993)	5
Cuadro 2	Clasificación de la posición sociológica de los individuos mayores a 5 cm de DAP según Kraft (1)	10
Cuadro 3	Número de tarugos de incrementos y rodela recolectadas en el muestreo para cada rodal según clases de diámetros	11
Cuadro 4	Número de tarugos de incrementos y rodela recolectadas en el muestreo para cada rodal según clases de edad	11
Cuadro 5	Descripción del perfil de suelo del rodal Norte	13
Cuadro 6	Descripción del perfil de suelo del rodal Este	14
Cuadro 7	Tabla de rodal del rodal Norte antes del raleo	15
Cuadro 8	Tabla de rodal del rodal Este antes del raleo	15
Cuadro 9	Participación porcentual del área basal (AB) en cada rango de edades	17
Cuadro 10	Máximos crecimientos anuales corrientes (CAC) para rodal Norte y rodal Este según el análisis de los crecimientos según rangos diamétricos (<20 cm; 20 a 40 cm; >40). Se muestra también el % de participación de cada clase de DAP	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1	Imagen satelital de la zona donde se ubican ambos rodales.	7
Figura 2	Número de árboles por hectárea según clase de DAP para los rodales Norte y Este antes y después del raleo.	16
Figura 3	Número de árboles por hectárea (N) para rangos de edades de 37 a 45, 46 a 54 y 55 a 65 años según clase diamétrica para el rodal Norte.	17
Figura 4	Número de árboles por hectárea (N) para rangos de edades de 19 a 27, 28 a 36, 37 a 45 y 46 a 54 años según clase diamétrica para rodal Este	17
Figura 5	Desarrollo cronológico de variables relacionadas al crecimiento diamétrico de ambos rodales hasta el momento del raleo. Se muestran las variables de crecimiento anual corriente (CAC), crecimiento medio anual (CMA) (figura 5a) y crecimiento acumulado (CA) (figura 5b).	20
Figura 6	Desarrollo cronológico de variables relacionadas al crecimiento diamétrico de ambos rodales hasta el momento del raleo para aquellos individuos con diámetros inferiores a 20 cm. Se muestran las variables de crecimiento anual corriente (CAC), crecimiento medio anual (CMA) (figura 6a) y crecimiento acumulado (CA) (figura 6b).	21
Figura 7	Desarrollo cronológico de variables relacionadas al crecimiento diamétrico, de ambos rodales hasta el momento del raleo para aquellos individuos con diámetros entre 20 y 40 cm. Se muestran las variables medidas de Crecimiento anual corriente (CAC), crecimiento medio anual (CMA) (figura 7a) y crecimiento acumulado (CA) (figura 7b).	22
Figura 8	Desarrollo cronológico de variables relacionadas al crecimiento diamétrico de ambos rodales hasta el momento del raleo para aquellos individuos con diámetros superiores a 40 cm. Se muestran las variables medidas de Crecimiento anual corriente (CAC), crecimiento medio anual (CMA) (figura 8a) y crecimiento acumulado (CA) (figura 8b).	23

RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio evaluó los crecimientos en los diámetros (cm/año), de ejemplares arbóreos de dos renovales de roble (*Nothofagus obliqua*) en un predio ubicado en la Depresión Intermedia de la provincia de Valdivia, región de los Ríos, Chile (706083 m E, 5562280 m S).

Los objetivos fueron evaluar y comparar el crecimiento según clase diamétrica y la evolución del crecimiento en el tiempo para estas dos situaciones.

Por una parte, el rodal designado como “Norte” muestra una pendiente leve y exposición en dirección norte, mientras que el “Este”, posee una pendiente de un 45% y exposición este.

Las condiciones existentes en el rodal Este fueron propicias para un mejor desarrollo del mismo, entregando valores de crecimiento medio en diámetro de 1,15 cm/año, con valores mínimos de 0,55 cm/año y máximos de 1,29 cm/año. El rodal Norte presentó un crecimiento medio en diámetro de 0,84 cm/año, con un mínimo de 0,18 cm/año y el máximo de 0,75 cm/año.

Las diferencias en el crecimiento encontradas entre ambas situaciones pueden estar explicadas en las favorables condiciones de sitio que presentó el rodal Este las que pueden estar explicadas por la pendiente y la exposición así como también la acción antrópica y la intervención del ganado bovino en la historia de los renovales.

Palabras claves: *Nothofagus obliqua*, roble, crecimiento en diámetro, renovales, pendiente, exposición.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, los bosques de segundo crecimiento, también conocidos como renovales, han tomado gran importancia en nuestro país. Dentro de este tipo de bosques adquieren relevancia aquellos constituidos por especies del género *Nothofagus*. Entre las especies que conforman este grupo, sobresalen el roble (*N. obliqua*), el raulí (*N. alpina*) y el coigüe (*N. dombeyi*). Éstas se destacan por ser aquellas de mejor crecimiento y potencial productivo, entre las especies que conforman los bosques nativos del sur de Chile. Los renovales con su alta potencialidad productiva, capacidad de crecimiento, estructura simple y extensas superficies constituyen una de las posibilidades económicas dentro de las actividades de manejo del bosque nativo.

El conocimiento de las tasas de crecimiento de las especies forestales contribuye al conocimiento ecológico y potencial silvicultural y económico de los bosques, como también para contar con evidencias que permitan un mejor aprovechamiento de la madera.

En relación al potencial productivo de los renovales, se han desarrollado varios estudios que dan cuenta de las diferentes zonas de crecimiento que presentan estas especies del género *Nothofagus*. Por ejemplo, Donoso *et al.* (1993) proponen cuatro zonas de crecimiento para roble y raulí, las cuales se extienden desde Curicó hasta Llanquihue por la zona andina y desde Aconcagua hasta Los Lagos por la Cordillera de la Costa.

Es importante avanzar en estudios específicos en renovales para conocer en mayor profundidad cuáles son las principales variables que afectan directa e indirectamente el crecimiento de estas especies, ya que el estudio de Donoso *et al.* (1993) es de carácter nacional.

Los renovales de roble son comunes en tierras bajas de la Depresión Intermedia, en medio de terrenos de uso agropecuario. Su origen frecuentemente es producto del abandono de estos terrenos. Su crecimiento, en consecuencia, varía dependiendo de las condiciones iniciales del sitio (e.j. compactación del suelo, exposición y establecimiento, especialmente en densidad).

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el crecimiento de dos renovales de roble en la Depresión Intermedia de la región de Los Ríos, y en particular realizar un análisis comparativo del crecimiento en diámetro en los rodales, emplazados en condiciones de pendiente y exposición diferentes.

Como objetivos específicos se propone:

- Evaluar y comparar el crecimiento según clase diamétrica en dos renovales.
- Evaluar y comparar la evolución del crecimiento en el tiempo en los dos renovales.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Distribución geográfica del roble en Chile

El roble es una especie común y abundante en gran parte de las regiones central y sur de Chile y que se encuentran cubiertas con vegetación nativa. Muchas de las áreas que fueron alguna vez bosques vírgenes de roble, mantienen en la actualidad bosques de segundo crecimiento o renovales, Asimismo, como consecuencia de la pérdida de los bosques primarios de roble, se han generado, en vastas zonas, estas formaciones, donde se asocia a la especie raulí en algunos sectores. La superficie de este tipo de renovales en el territorio nacional se estima que es de alrededor de 600.000 ha.

La especie *Nothofagus obliqua*, comúnmente designada como “roble”, “pellín” o “hualle”, pertenece a la familia de las Nothofagáceas. Se distribuye a través de la Cordillera de Los Andes, desde la provincia de Colchagua (33° latitud Sur) hasta la región de Los Lagos (41° latitud Sur). Asimismo, abarca por la Cordillera de la Costa desde el sur del río Aconcagua hasta la región de Los Lagos (Loewe *et al.*, 1998). En la Depresión Intermedia, desde Malleco al sur, la frecuencia de esta especie se incrementa presentándose hasta los 600 m s.n.m. Al norte del río Bío-Bío desaparece en la Depresión Intermedia y se le encuentra formando bosques principalmente en la Cordillera de Los Andes.

En este contexto, aquellos renovales de interés comercial se encuentran a partir de la región del Maule hacia el sur y se considera que estas masas arbóreas representan la reserva más importante y promisoría de maderas nativas disponibles a mediano y largo plazo en el territorio nacional (Ulloa, 1984).

2.2 Zonas de crecimiento

Donoso *et al.* (1993) clasifican los crecimientos de roble en cuatro zonas a lo largo de Chile:

Zona 1

Los renovales más meridionales de la distribución de roble, en el sur de la provincia de Valdivia y en las provincias de Osorno y Llanquihue.

Los renovales de la ladera oriental de la Cordillera de la Costa, a altitudes bajo los 350 m s.n.m., en las provincias de Valdivia y Cautín.

Los renovales de la Cordillera de Los Andes desde altitudes menores a 1.000 m s.n.m. en la provincia de Talca hasta altitudes de 700 m s.n.m. en la provincia de Ñuble. En esta situación se debe señalar que los renovales son mixtos roble - raulí, pudiendo haber individuos o poblaciones híbridas de estas especies (Donoso

et al., 1990), lo que sería una explicación de los elevados crecimientos encontrados en este sector, ya que corresponde a la zona de mejores crecimientos de raulí determinada en este estudio.

Zona 2

Renovales del valle central de la provincia de Valdivia y de los faldeos cordilleranos andinos de altitud intermedia (400 a 800 m s.n.m.) de las provincias de Valdivia, Cautín y Malleco y probablemente de la provincia de Biobío.

Zona 3

Compuesta por renovales ubicados desde las provincias de Cautín y Malleco bajo los 300 m s.n.m. y sobre los 900 m s.n.m. hasta la provincia de Talca. En las provincias de Linares y Talca el límite altitudinal de la zona de crecimiento 3 estaría sobre los 1.000 m s.n.m.. Además se consideran de la zona de crecimiento 3 los renovales del faldeo oriental de la cordillera de Nahuelbuta.

Zona 4

Renovales del extremo norte, esto es, provincia de Curicó, y de allí hacia el sur desde aquellos ubicados sobre 1.100 o 1.200 m s.n.m. en la provincia de Talca, hasta los ubicados sobre los 800 m s.n.m. en la provincia de Bío-Bío, en un rango en que la altitud límite disminuye hacia el sur. Los renovales de roble que se encuentran en la cordillera de la costa en la VII Región y norte de la VIII Región.

Dentro de estas zonas, los renovales en estudio correspondería a la Zona 2, de la cual forman parte los renovales de la Depresión Intermedia de la provincia de Valdivia y de los faldeos cordilleranos de altitud intermedia (400 a 800 ms.n.m.) de las provincias de Valdivia, Cautín y Malleco y, probablemente, de la provincia de Biobío. Esta zona se caracteriza por tener un crecimiento medio anual en volumen (sólido sin corteza) de 7,4 m³/ha, DAP (con corteza) y altura promedio para los individuos dominantes de 15 cm y 12,9 m a los 20 años, respectivamente. En el cuadro 1 se muestran los rangos de crecimiento de roble para cada zona de crecimiento.

Cuadro 1. Crecimiento medio anual en volumen en renovales de *Nothofagus obliqua* a la edad de 20 años (Donoso et al 1993).

Zona	Crecimiento medio anual en volumen (m ³ /ha/año)
1	10 - 18
2	6 - 13
3	5 - 10
4	2 - 4

2.3 Tipo forestal roble-raulí-coigüe

Corresponde a renovales y bosques puros o mezclados de las especies roble, raulí y coigüe. Los renovales que corresponden a un subtipo dentro de este tipo forestal, que son de alto interés económico, no existían originalmente en Chile, sino que han sido formados debido a la acción alteradora del hombre, como consecuencia a la tala masiva y de los incendios. El tipo forestal se distribuye entre los paralelos 36° 30' S (ríos Ñuble e Itata) y los 40° 30' S, entre los 100 y 1.000 m s.n.m., en ambas cordilleras, particularmente en las laderas interiores y en valles cordilleranos. En general, corresponde a bosques de segundo crecimiento formados por roble puro, en las partes bajas; roble-raulí, en las partes intermedias; y raulí o coigüe puro en las partes más altas, quedando remanentes de los bosques originales así como matorrales y bosques degradados en forma dispersa (Donoso 1981; Loewe *et al.*, 1998; Donoso 1993). Los renovales corresponden al *subtipo renoval y bosque puro secundario*.

2.4 Crecimiento del roble

Los renovales de roble presentan densidades de aproximadamente 1.700 árboles/ha en la clase de edad 25 años, disminuyendo a 1.100 en la de 35 y a 1.000 en la de 45 (Loewe *et al.*, 1998). Loewe *et al.* (1998) reportan que la mayor parte de los renovales tienen entre 20 y 40 años de edad, con densidades desde 200 a 6.000 árboles por hectárea y áreas basales de 10 a 60 m²/ha. Los bosques con edades mayores a 50 años, alcanzan áreas basales por hectárea de 100 m², distribuidas en 300 a 500 arboles/ha.

Corti (1996), determinó que el crecimiento acumulado en diámetro en las especies estudiadas presenta variaciones de acuerdo a la edad de los individuos y la clase diamétrica a la que pertenecen. En los renovales el crecimiento medio en diámetro de los robles dominantes es de 0,37 cm/año. El crecimiento anual medio de esta especie durante los primeros 20 años es de 0,22 cm/año. Al considerar solamente las clases diamétricas mayores a 17 cm, correspondientes a árboles dominantes y codominantes, el crecimiento anual medio a los 20 años es de 0,55 cm/año, superior a los encontrados en renovales de roble en Jauja, Talca y Curicó con edades similares (Corti 1995).

Donoso *et al.* (1993) señalan que el crecimiento medio anual en diámetro de los árboles de roble creciendo en condiciones naturales varía entre 0,37 y 0,60 cm/año dentro de la zona 2, correspondiente a la Depresión Intermedia de la provincia de Valdivia y de los faldeos cordilleranos de altitud intermedia (400 a 800 m s.n.m.) de las provincias de Valdivia, Cautín y Malleco.

El incremento promedio de roble para la misma zona es de 6,5 m³/ha/año con un rango que varía entre 5,5 m³/ha/año y 7,4 m³/ha/año. Para un renoval en general,

el incremento medio en volumen es de 7,4 m³/ha/año con un valor mínimo de 6,7 m³/ha/año y un valor máximo de 8,2 m³/ha/año. La productividad en volumen de los últimos 5 años es de 11,3 m³/ha con un rango que oscila entre 9,6 m³/ha/año y 13 m³/ha/año. El incremento medio en altura para el roble es de 0,5 m/año con un rango entre 0,4 y 0,6 m/año. Por otro lado, para un renoval en general, el incremento medio en altura es de 0,4 m/año con un valor mínimo de 0,2 y un valor máximo de 0,6 m/año.

Castillo (1992) señala que, bajo condiciones naturales de desarrollo en la Cordillera de la Costa de la región de La Araucanía, con individuos de edades entre 36 y 46 años, existe una gran variabilidad en la evaluación de crecimientos en diámetro, desde 0,1-0,2 cm/año hasta 1-1,3 cm/año. Las causas que originan estas diferencias las explica con diferentes criterios, a saber: la edad, la densidad, la zona geográfica, la altitud, el tipo de intervenciones e incluso la clase diamétrica o dosel de los renovales considerados. También, este mismo autor, determinó para individuos del dosel superior que el máximo crecimiento medio anual en diámetro se logra entre los 20 y 30 años de edad, con valor de 0,8 cm/año.

Estudiando renovales en el predio Aillapán (comuna de Loncoche, región de La Araucanía), Corti (1996) determinó que el crecimiento acumulado en diámetro en las especies estudiadas presenta variaciones de acuerdo a la edad de los individuos y la clase diamétrica a la que pertenecen. El crecimiento medio en diámetro de los robles dominantes se estimó de 0,37 cm/año, valor levemente inferior al crecimiento medio de la zona 2 (0,41 cm/año), descrito por Donoso *et al.* (1993). En relación a este punto, se estableció que el crecimiento anual medio de roble durante los primeros 20 años fue de 0,22 cm/año, inferior al de otros estudios que señalan crecimientos superiores a 0,44 cm/año. Al considerar sólo las clases diamétricas mayores a 17 cm, correspondientes a árboles dominantes y co-dominantes, se observó que el crecimiento anual medio a los 20 años es de 0,55 cm/año, superior a los encontrados en renovales de roble en Jauja, Talca y Curicó con una edad similar a la de este estudio (Donoso *et al.*, 1993).

Algunos estudios sobre incrementos anuales en diámetro muestran cifras que oscilan entre 0,2 y 2,4 cm/año (Donoso, 1981), desde 1,0 a 2,0 m²/ha/año en área basal (Puente, 1979 y 1983) y desde 5,4 hasta 18,5 m³/ha/año (De Camino *et al.*, 1974; Donoso, 1981; Puente, 1983).

Echeverría (2000) describió cinco zonas de crecimiento usando como base a los factores ambientales. Estas categorías explican con más exactitud y precisión las variaciones del crecimiento anual periódico entre los 15 y 20 años de edad de los árboles. La zona de mayor crecimiento diametral se encuentra en la precordillera andina de la provincia de Valdivia y alcanza valores que están alrededor de 0,75 cm/año en promedio.

3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Área del estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en dos renovales de roble (tipo forestal roble-raulí-coigüe) separados físicamente por unos 1.500 metros de distancia. Los rodales están situados en terrenos que se caracterizan por tener una topografía ondulada suave y suelos profundos. Además, se encuentran ubicados a una elevación de 350 m s.n.m. El lugar seleccionado se encuentra dentro de un predio de 320 ha y que enfoca su producción al rubro lechero y ganadero, antecedente se tendrá siempre presente como un factor de alteración antrópica del bosque. El predio se encuentra localizado en la comuna de Futrono (706083 m E, 5562280 m S), región de Los Ríos, sector de Santa Laura. Uno de sus lados limita con la carretera Reumén-Nontuelá (Ruta T 625), y que en dirección noroeste se conecta a la carretera 5 Sur (figura 1).

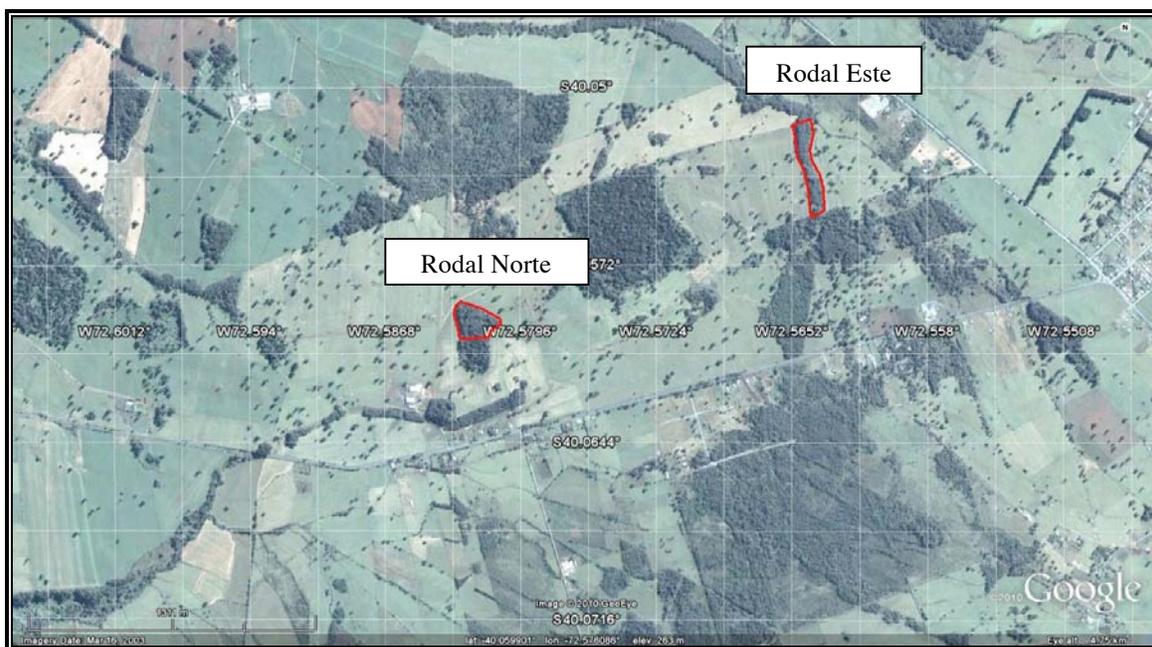


Figura 1: Imagen satelital de la zona donde se ubican ambos rodales.

Ambos renovales no contaban con cercos al momento del muestreo (2003) y claramente servían de abrigo para los vacunos que pastorean en potreros adyacentes. Cada rodal fue raleado el año 2003 mediante un raleo por lo bajo.

Se estima que antes del establecimiento del actual renewal, estos bosques fueron sometidos a una tala y posterior quema. Se observan tocones de roble adulto de entre 1 y 1,5 m de diámetro, como también restos de carbón en el suelo (15 cm).

Además de los tocones de roble adulto, en las inmediaciones permanecen en pie especímenes de la especie, los que actuaron como semilleros de nuevos individuos que se desarrollaron en las áreas en estudio.

Los dos renovales se describen a continuación:

Rodal Norte: se encuentra ubicado en una planicie con una leve pendiente no superior a 10%. Está formado únicamente por roble, y posee una extensión de 2,3 ha, con una exposición Norte.

Rodal Este: se encuentra ubicado a no más de 1.500 m del anterior pero con una exposición Este. Presenta una ladera con 100% de pendiente, con una extensión de 4 ha, e igualmente está constituido únicamente por roble.

El área en estudio se encuentra situada en un suelo de la familia Puerto Octay, serie Puerto Fonck (CIREN 2001). El material de origen está constituido por cenizas volcánicas modernas depositadas sobre morrenas glaciales. Esta serie se caracteriza por ser un suelo profundo (120 cm y más) que descansa sobre arenisca cementada que forma en la zona de contacto con el solum, una acumulación de hierro y manganeso de color rojizo. Asimismo, presenta texturas dominantes medias y pueden variar a moderadamente finas en los horizontes inferiores. Todos los colores están en el tono 10 YR. La topografía varía de ligeramente ondulada con pendientes de 2 a 5%, hasta fuertemente ondulada, con pendientes de 15 a 30%. Son suelos bien drenados y no presentan variaciones en su clase de drenaje.

3. 1. 1 *Composición florística*

Como se ha mencionado antes, ambos renovales se encuentran dominados únicamente por roble, salvo por la escasa presencia de algunos individuos de *Persea lingue* y *Gevina avellana* que se encuentran esparcidos ocasionalmente por los rodales (no más de tres individuos por hectárea).

Importante es señalar que al momento del raleo realizado en 2003, ambos rodales presentaban una fuerte invasión de quila (*Chusquea quila*) en su sotobosque, lo que impidió cualquier tipo de regeneración (Anexo 1).

De acuerdo a la clasificación de Puente *et al.* (1979), ambos renovales corresponden al tipo forestal roble - raulí - coigüe, subtipo renovales de roble – raulí, al ser roble el que domina por sobre el 75 % del área basal.

3.1.2 Clima

Donoso *et al.* (1993) señalan que la zona 2 de crecimiento para renovales de roble ocupa climas marinos (fresco y húmedo patagónico). Este clima posee temperaturas medias anuales de 10,3 °C con un rango que fluctúa entre los 2,1 °C en el mes más frío y los 22,7 °C en el mes más cálido. Las precipitaciones anuales alcanzan los 2817 mm, la humedad relativa es de 66%, el periodo libre de heladas a los 130 días al año y no posee periodos secos (CIREN, 1990).

3.2 Medición en terreno

3.2.1 Caracterización de los renovales

Para caracterizar el estado actual de los renovales se muestrearon ambos rodales de manera de obtener aproximadamente un 5% de área en estudio, lo que arrojó un total de tres parcelas para el rodal 1 y cinco para el rodal 2. Todas estas parcelas fueron cuadradas con una superficie de 400 m² cada una. La distribución de las parcelas fue sistemática en los rodales, con un distanciamiento de al menos 25 m desde el borde.

En cada parcela las variables consideradas fueron: Diámetro a 1,3 m (DAP = diámetro a la altura del pecho) árboles ≥ 5 cm DAP y posición sociológica (cuadro 2). Además en cada rodal se obtuvo un número de tarugos de incremento de los árboles dominantes a 15 cm del suelo en dirección norte y rodela de tocones de árboles raleados. El criterio utilizado para seleccionar los árboles para extraer los tarugos fue siempre siguiendo aquellos árboles dominantes del rodal.

La posición sociológica de los individuos (DAP mayor a 5 cm) se evaluó en terreno utilizando la clasificación de Kraft que se presenta en el cuadro 2.

Cuadro 2: Clasificación de la posición sociológica de los individuos mayores a 5 cm de DAP según Kraft (1).

Posición sociológica	Descripción
Emergente	Árboles cuya copa supera considerablemente el dosel del bosque y recibe luz por todos sus lados
Dominante	Árboles que conforman el dosel superior del bosque y reciben luz por más de un lado.
Codominante	Árboles que reciben luz sólo en la parte superior de su copa y que conforman el dosel superior.
Intermedio	Árboles cuya copa se encuentra inmediatamente bajo el dosel superior y no recibe radiación solar de manera directa.
Suprimido	Árboles de especies intolerantes cuya copa no alcanza el dosel arbóreo superior y recibe sólo radiación difusa.
Sumergido	Árboles tolerantes semitolerantes que se desarrollan bajo el dosel superior.

(1) Descripción de acuerdo a Donoso (1994).

3.2.2 Caracterización de suelos

La caracterización del suelo se hizo mediante un reconocimiento de acuerdo a Schlatter *et al.* (2003). Para ello, se utilizó un bastón pedológico, y se realizó una calicata en la zona más representativa de cada rodal. El perfil se caracterizó con respecto a: forma de humus, espesor y tipos de horizontes, textura, estructura, consistencia, color y contenido de raíces finas.

3.2.3 Análisis de crecimiento

Como los rodales fueron raleados, se extrajo un total de 22 rodela del rodal 1 y 26 rodela del rodal 2 de todos aquellos tocones presentes en las parcelas muestreadas dejadas después del raleo realizado en enero del 2003. Estos tocones tenían una altura que fluctuaba entre 15 y 20 cm.

Para la obtención de tarugos de incremento se utilizó un criterio que consiguiera mantener las condiciones del muestreo de las obtenidas de las rodela. Para ello los tarugos se obtuvieron a una altura de entre 15 y 20 cm del suelo en dirección norte de todos aquellos individuos considerados dominantes. En total de ambos rodales se obtuvieron 19 tarugos y 49 rodela de individuos que variaron su DAP entre los 10 y 54 cm y edades desde los 16 a 65 años (cuadros 3 y 4)

Cuadro 3: número de tarugos de incrementos y rodela recolectadas en el muestreo para cada rodal según clases de diámetros.

DAP (cm)	Rodal Norte		Rodal Este	
	Tarugo	Rodela	Tarugo	Rodela
5-9	-	1	-	-
10-14	-	1	-	2
15-19	-	4	-	7
20-24	-	4	-	6
25-29	-	2	-	2
30-34	1	2	1	5
35-39	2	4	3	2
40-44	4	4	2	1
45-49	2	1	3	1
50-54	1	-	-	-
Total	10	23	9	26

- Sin individuos muestreados

Cuadro 4: número de tarugos de incrementos y rodela recolectadas en el muestreo para cada rodal según clases de edad.

Edad (años)	Rodal Norte		Rodal Este	
	Tarugo	Rodela	Tarugo	Rodela
16-20	-	-	-	1
21-25	-	-	-	-
26-30	-	-	-	1
31-35	-	-	3	8
36-40	-	2	1	6
41-45	2	3	4	8
46-50	4	7	1	2
51-55	1	4	-	-
56-60	2	1	-	-
61-65	1	6	-	-
Total	10	23	9	26

- Sin individuos muestreados

En consecuencia, se obtuvieron para el rango de diámetro inferior a 20 cm un total de seis muestras para el rodal Norte y nueve para el rodal Este. Así mismo para los rangos diamétricos de entre 20 y 40 cm, se obtuvieron 15 muestras en el rodal Norte y 19 muestras para el rodal Este. Para aquellos diámetros sobre 40 cm el rodal Norte presenta 12 muestras y el Este siete muestras.

Las rodela y tarugos obtenidos se secaron de forma natural y posteriormente fueron cepilladas en una de sus caras, para luego ser lijadas con diferentes niveles de tamaño de lija al agua desde 150 hasta 1.200 granos.

Posteriormente, a las rodela se le trazaron dos ejes perpendiculares entre si debiendo pasar estos por la médula de cada rodela procurando trazar los ejes por aquellas zonas de mayor y menor diámetro, sobre las cuales y con la ayuda de una lupa, se marcó cada anillo de crecimiento. La medición del diámetro acumulado se realizó para cada edad en ambos ejes, promediando para cada año medido las dos mediciones obtenidas.

Las mediciones antes mencionadas se realizaron mediante la utilización del instrumental del Laboratorio de Dendrocronología del Instituto de Silvicultura de la Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales (UACH).

Con las rodela y tarugos además se analizó el comportamiento de las variables de crecimiento anual corriente (CAC), crecimiento medio anual (CMA) y crecimiento acumulado en diámetro (CA). Estos análisis se efectuaron para el total de los individuos muestreados como también para los rangos diamétricos <20 cm, entre 20 y 40 cm y > 40 cm. Con estos rangos diamétricos se ordenarán los datos para su posterior interpretación.

4. RESULTADOS

4.1 Caracterización de suelos

Rodal Norte:

El mantillo presenta un humus del tipo moder mulliforme, de 4,2 cm de espesor. Su material corresponde a hojas, ramas y restos tanto de especies arbóreas como del sotobosque, su estructura es muy suelta. Es posible diferenciar un subhorizonte Oi, de aproximadamente 3 cm de espesor, un subhorizonte Oe de 1 cm y un Oa muy poco desarrollado de no más de 0,5 cm de grosor, encontrándose este último entremezclado con el suelo mineral (Cuadro 5).

Cuadro 5: Descripción del perfil de suelo del rodal Norte.

Horizonte	Espesor (cm)	Color	Estructura	Consistencia	Textura
A	0 – 13	7,5 YR 2,5/2	Grumosa	Muy friable	Franca
AB	13 – 20	7,5 YR 3/2	Grumosa	Muy friable	Franca
BA	20 – 30	10 YR 4/3	Subpoliédrico	Muy friable	Franca arenosa
B1	30 – 54	10 YR 4/3	Subpoliédrico	Friable	Franca arenosa
B2	54 – 120+	10 YR 4/3	Subpoliédrico	Friable	Franca arenosa

Los límites de los horizontes son lineales en todos los casos. Es muy clara la disminución de las raíces finas a medida que se aumenta en profundidad, pasando desde un manto (A), fuerte (AB), leve (BA-B₁-B₂), lo que no ocurre con las raíces gruesas, que en profundidad aumentan su presencia de leve (A) a pocas (B₂). Asimismo, hay presencia de actividad biológica de hormigas, ciempiés, lombrices y también de pequeños animales como ranas y presencia de galerías de roedores.

Rodal Este:

En el mantillo es posible diferenciar un subhorizonte orgánico Oi, de aproximadamente 2,5 cm de espesor, un subhorizonte Oe de 1 cm y un Oa muy poco desarrollado de no más de 0,5 cm de espesor, encontrándose este último mezclado con el suelo mineral (Cuadro 6).

Cuadro 6: Descripción del perfil de suelo del rodal Este.

Horizonte	Espesor (cm)	Color	Estructura	Consistencia	Textura
A	0 – 10	7,5 YR 2,5/2	Grumosa	Muy friable	Franca
AB	10 – 13	7,5 YR 3/2	Grumosa	Muy friable	Franca arenosa
BA	13 – 21	10 YR 4/3	Subpoliédrico	Friable	Franca arenosa
B1	21 - 37	10 YR 4/3	Subpoliédrico	Friable	Franca arenosa
B2	37 – 100 +	10 YR 4/3	Subpoliédrico	Friable	Franca arenosa

Tablas de rodal

El rodal Norte está formado por un estrato arbóreo de roble, sin participación de otras especies. Más del 80 % de los individuos ocupan los estratos dominantes (D) y codominantes (Co) (38,4% y 44,5%, respectivamente), los que a la vez acaparan el 95% del área basal del rodal (54,2% y 41,5%, respectivamente), como se muestra en el cuadro 7.

El rodal Este cuenta con una participación de un 100% de roble en su estrato arbóreo, sin la participación de otras especies. El 71 % de los individuos ocupa los estratos dominantes y codominantes (28% y 43%, respectivamente). Estos participan con el 86,8% del área basal (45,5% y 41,3%, respectivamente (cuadro 8).

En el rodal Norte existe una marcada frecuencia en los diámetros superiores, en el rodal Este la distribución es más pareja en casi todas las clases diamétricas. El 57,4% de los individuos presentes del rodal Norte se concentra en las clases diamétricas entre 35 y 50 cm ocupando el 75 % del área basal por hectárea (23,4 m²/ ha).

Cuadro 7: Tabla de rodal del rodal Norte antes del raleo.

DAP (cm)	N (árboles / ha)			AB (m ² /ha)			Totales		Clases de DAP
	D	Co	S	D	Co	I/S	N	AB	
7,5	-	-	6,0	-	-	-	6		< 20 cm
12,5	-	-	6,0	-	-	0,1	6	0,1	
17,5	-	6,0	25	-	0,2	0,6	31	0,7	
22,5	-	13	13	-	0,5	0,5	25	0,9	20 – 40 cm
27,5	-	13	-	-	0,7	-	13	0,7	
32,5	-	31	-	-	2,6	-	31	2,5	
37,5	25	25	-	2,8	2,8	-	50	5,5	
42,5	50	38	-	7,1	5,3	-	88	12,4	> 40 cm
47,5	25	6,0	-	4,4	1,1	-	31	5,5	
52,5	13	-	-	2,7	-	-	13	2,7	
DMC = 35	113	131	50	17,0	13,0	1,2	294	31,3	
%	38,4	44,5	17	54,2	41,5	4,3			

- sin árboles

N = n° de árboles por hectárea; AB = área basal; DMC = Diámetro medio cuadrático

Cuadro 8: Tabla de rodal del rodal Este antes del raleo

DAP (cm)	N (árboles / ha)			AB (m ² /ha)			Totales		Clases de DAP
	D	Co	S	D	Co	I/S	N	AB	
7,5	-	-	-	-	-	-	-	-	> 20 cm
12,5	-	-	8	-	-	0,1	8	0,1	
17,5	-	17	50	-	0,4	1,2	67	1,6	
22,5	-	25	42	-	1,0	1,7	67	2,6	20 – 40 cm
27,5	-	33	17	-	2,0	1,0	50	3,0	
32,5	17	50	-	1,3	4,1	-	67	5,5	
37,5	42	42	-	4,6	4,6	-	83	9,2	
42,5	25	17	-	3,5	2,4	-	42	5,9	< 40 cm
47,5	33	-	-	6	-	-	33	5,9	
DMC = 30,4	117	183	117	15,4	14,0	4,0	417	34	
%	28,0	43,0	29,0	45,5	41,3	13,2			

- sin árboles

N = n° de árboles por hectárea; AB = área basal; DMC = Diámetro medio cuadrático

Los rodales fueron sometidos a un raleo por lo bajo que dejó la distribución residual como se muestra en la figura figura 2. Se observa una distribución normal con sesgos hacia la izquierda en su distribución para ambos rodales. En ellas es posible apreciar aquellas clases diamétricas que fueron intervenidas. Ambos rodales tuvieron similares resultados en los individuos intervenidos.

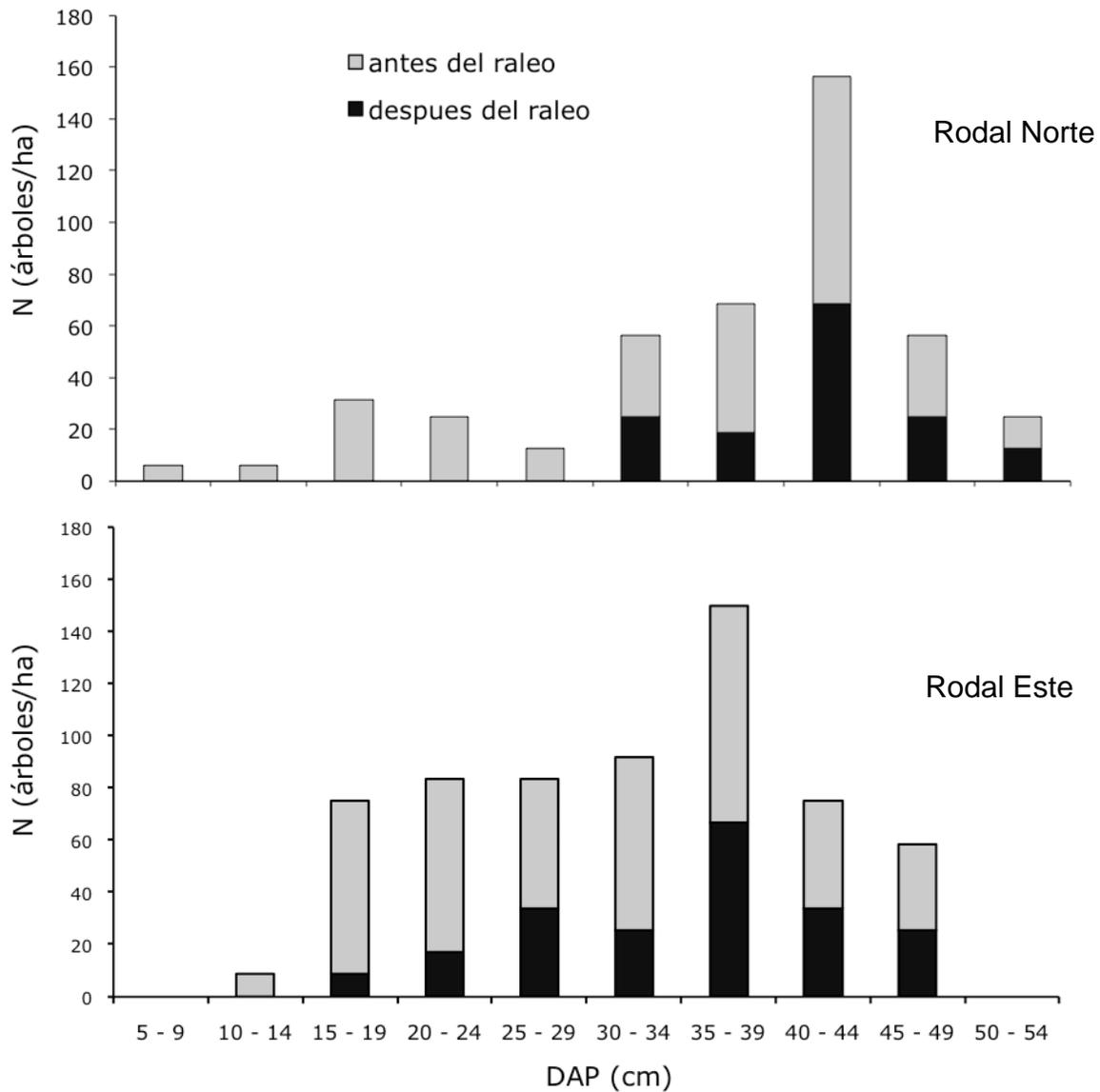


Figura 2: Número de árboles por hectárea según clase de DAP para los rodales Norte y Este antes y después del raleo.

La mayor concentración de área basal (AB) para el rodal Norte está presente entre las clases diamétricas de 37 - 45 y 46 - 54 años con un 87% del AB total para ese rodal. Para el rodal Este existe un 90% del AB distribuida en las clases diamétricas de 28 – 36 y 37 – 45 años (cuadro 9)

Cuadro 9: Participación porcentual del área basal (AB) en cada rango de edades

Edades (años)	Rodal Norte AB %	Rodal Este AB%
19 - 27	-	7,8
28 - 36	-	43,1
37 - 45	44,0	47,1
46 - 54	43,5	1,8
55 - 65	12,5	-

- sin árboles

En la distribución de edades según el DAP, el rodal Norte presenta las edades donde la clase de edad que domina es 46 y 54 años, estando ausente únicamente en la última clase de DAP de 50 y 55 cm (Figura 3). En el rodal Este la edad que se repite en cada clase de DAP es el rango entre 28 y 36 años, estando ausente únicamente en el DAP de 25 y 29 cm (Figura 4).

Para el rodal Este, la distribución de edades según DAP se observa únicamente el rango de edad de 28 a 36 años que está presente casi en todos los rangos diamétricos (salvo en el DAP 25 – 29). Se puede ver también que son pocos los individuos de edades entre 19 y 27 años, pero este rango de edad está presente en dos posiciones extremas del rango de DAP (20-24 y 45-49) (Figura 4).

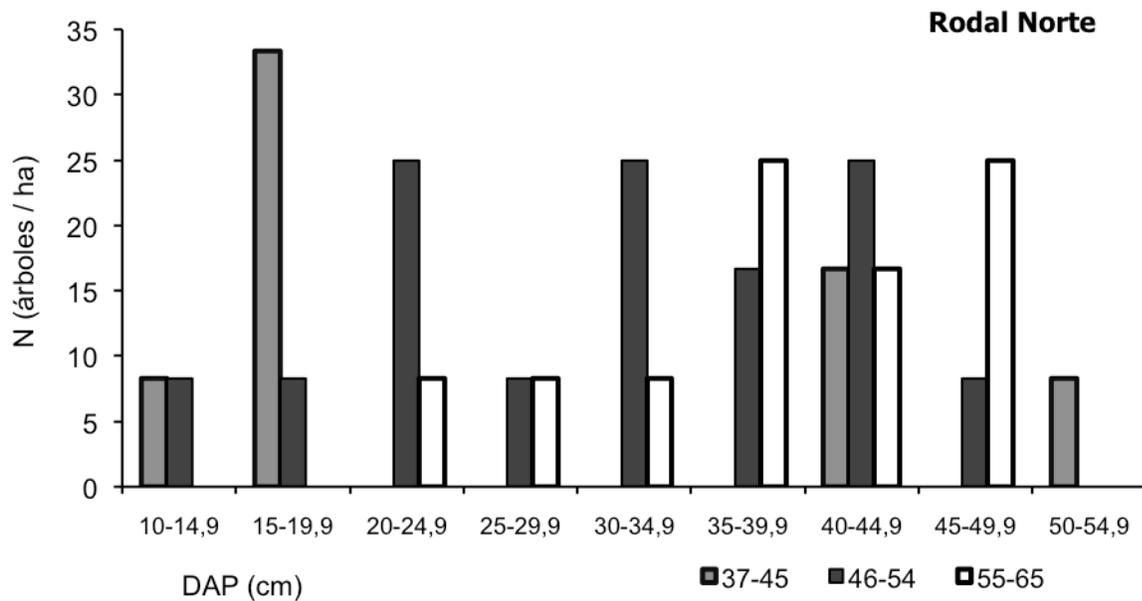


Figura 3. Número de árboles por hectárea (N) para rangos de edades de 37 a 45, 46 a 54 y 55 a 65 años según clase diamétrica para el rodal Norte.

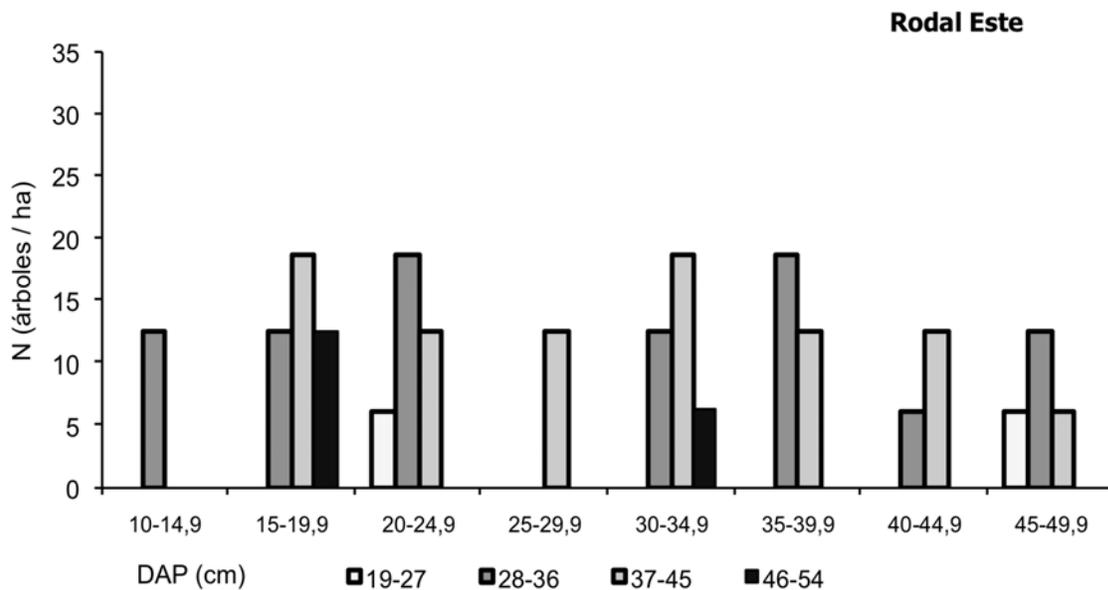


Figura 4. Número de árboles por hectárea (N) para rangos de edades de 19 a 27, 28 a 36, 37 a 45 y 46 a 54 años según clase diamétrica para rodal Este

4.2 Análisis de crecimiento

El crecimiento en diámetro mostró diferencias en su comportamiento en ambos rodales desde sus inicios. El rodal Norte registró un crecimiento donde la pendiente de su curva de CAC (crecimiento anual corriente) fue menor en relación a la del rodal Este. El rodal Este mostró un desarrollo acelerado en los

primeros 20 años de vida, alcanzando crecimientos que lograron su pico el año 1974 a la edad de 19 años (figura 5a).

El crecimiento acumulado mostró curvas con la característica forma sigmoidea, marcando una diferencia en el crecimiento acumulado donde el rodal Este presentó un mayor desarrollo con respecto al rodal Norte a las mismas edades. Es así que el diámetro final alcanzado por el rodal Este fue de 44,6 cm mientras que el rodal Norte logró 46,9 cm, a pesar de que el rodal Este es 22 años más joven que el rodal Norte (figura 5b).

Al observar el crecimiento diametral según rangos, se observa que no todos los individuos estaban presentes desde los inicios. Cada rango diamétrico analizado presenta diferencias en este aspecto.

En el caso de los individuos con DAP menores a 20 cm (figura 6a), en el rodal Norte estos individuos comenzaron a formar parte del rodal a partir del año 1950, 11 años de establecido el 1^{er} individuo. Por su parte el rodal Este para los mismos diámetros, los individuos forman parte del rodal desde sus inicios. Al mismo tiempo, el comportamiento del crecimiento para este rango presenta incrementos que no superan los 0,9 cm y su crecimiento acumulado alcanza los 23,7 cm para el rodal Norte y 26,2 para el rodal Este (figura 6b).

Los individuos presentes en el rango de DAP 20 a 40 cm para el rodal Norte llegaron a ocupar el rodal pasado 4 años de establecido (año 1943). Para el rodal Este en cambio, solo hay 1 año de desfase en este mismo aspecto, ocupando el rodal en el año 1957 (figura 7a). El crecimiento diametral anual por su parte marcó un máximo de 1,2 cm en el rodal Norte, a los 20 años de edad de estos individuos con 13,8 cm en diámetro acumulado a esa fecha. En el rodal Este se alcanzaron 0,91 cm a los 25 años de edad con 19,5 cm en diámetro acumulados.

En los individuos con DAP mayores a 40 cm es donde se registran los mayores crecimientos diametrales anuales, con 1,94 cm a los 13 años en el rodal Este, acumulando a esa edad 17,4 cm en diámetro. Así también se observa que estos individuos ocuparon el rodal pasado 5 años de establecido. Por su parte el rodal Norte presentó un incremento diametral anual máximo de 1,14 cm a los 28 años, acumulando un crecimiento diametral de 20 cm, siendo individuos que están presentes desde los inicios del rodal (figura 8 a y b).

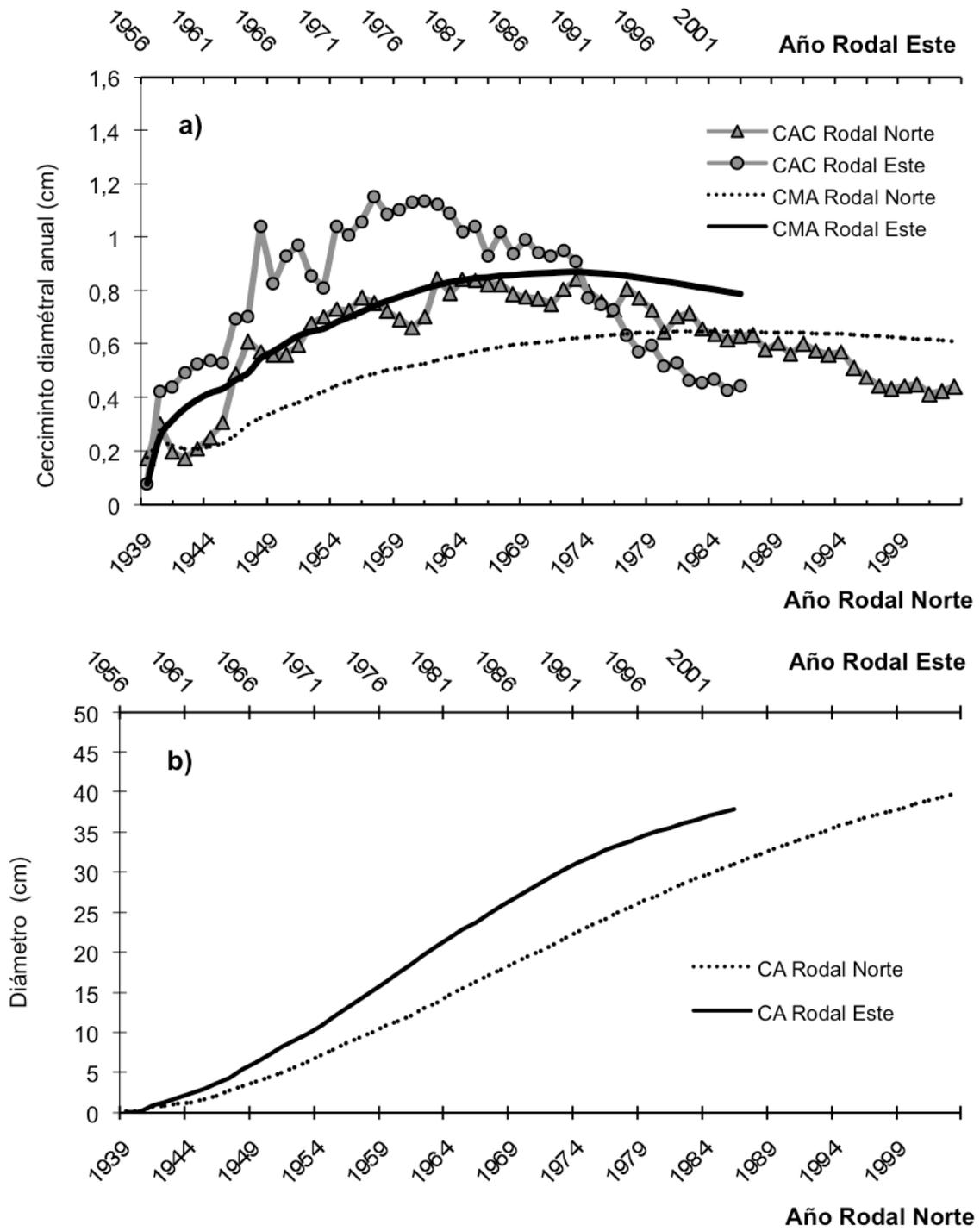


Figura 5. Desarrollo cronológico de variables relacionadas al crecimiento diamétrico de ambos rodales hasta el momento del raleo. Se muestran las variables de crecimiento anual corriente (CAC), crecimiento medio anual (CMA) (figura 5a) y crecimiento acumulado (CA) (figura 5b).

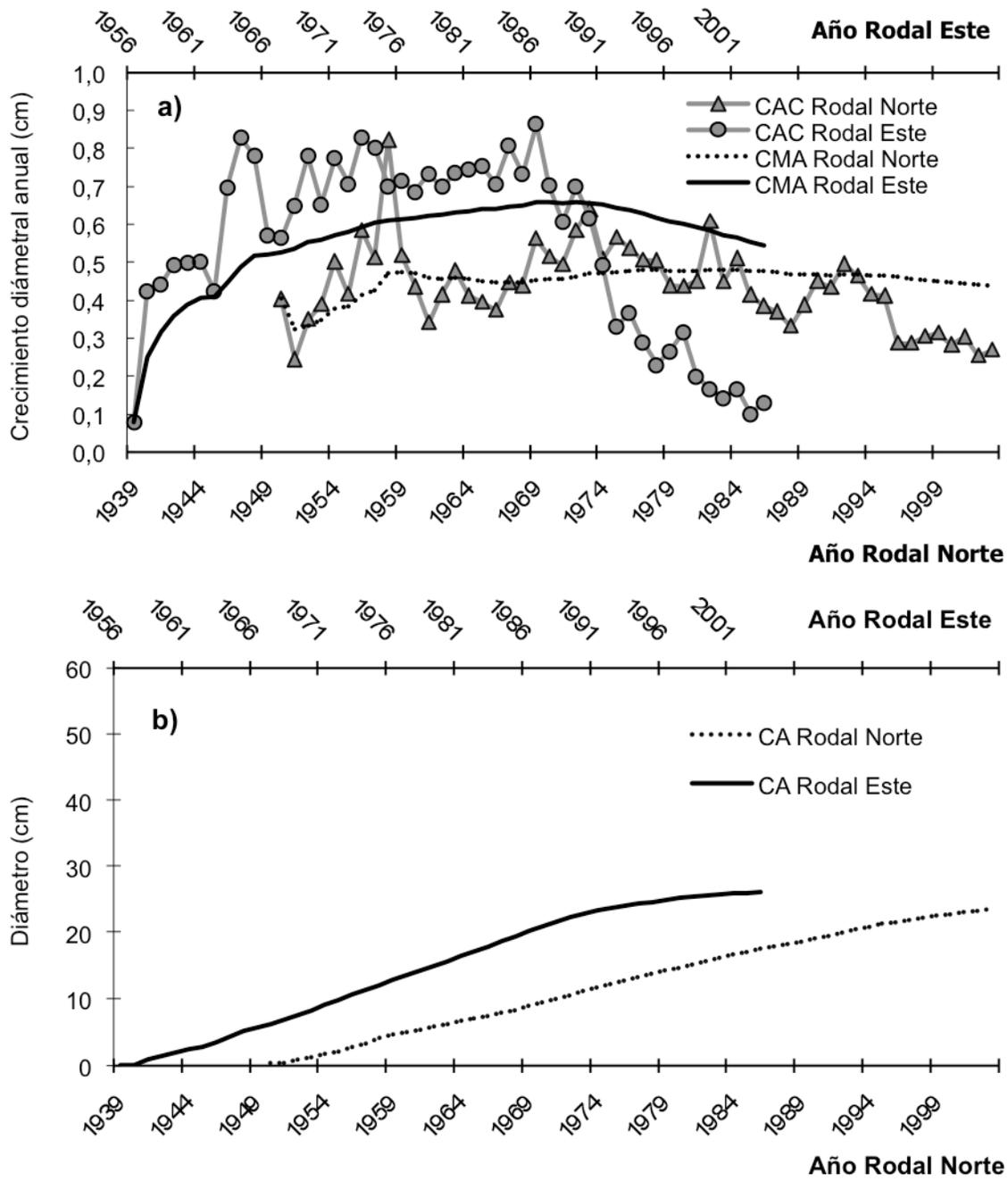


Figura 6. Desarrollo cronológico de variables relacionadas al crecimiento diamétrico de ambos rodales hasta el momento del raleo para aquellos individuos con diámetros inferiores a 20 cm. Se muestran las variables de crecimiento anual corriente (CAC), crecimiento medio anual (CMA) (figura 6a) y crecimiento acumulado (CA) (figura 6b).

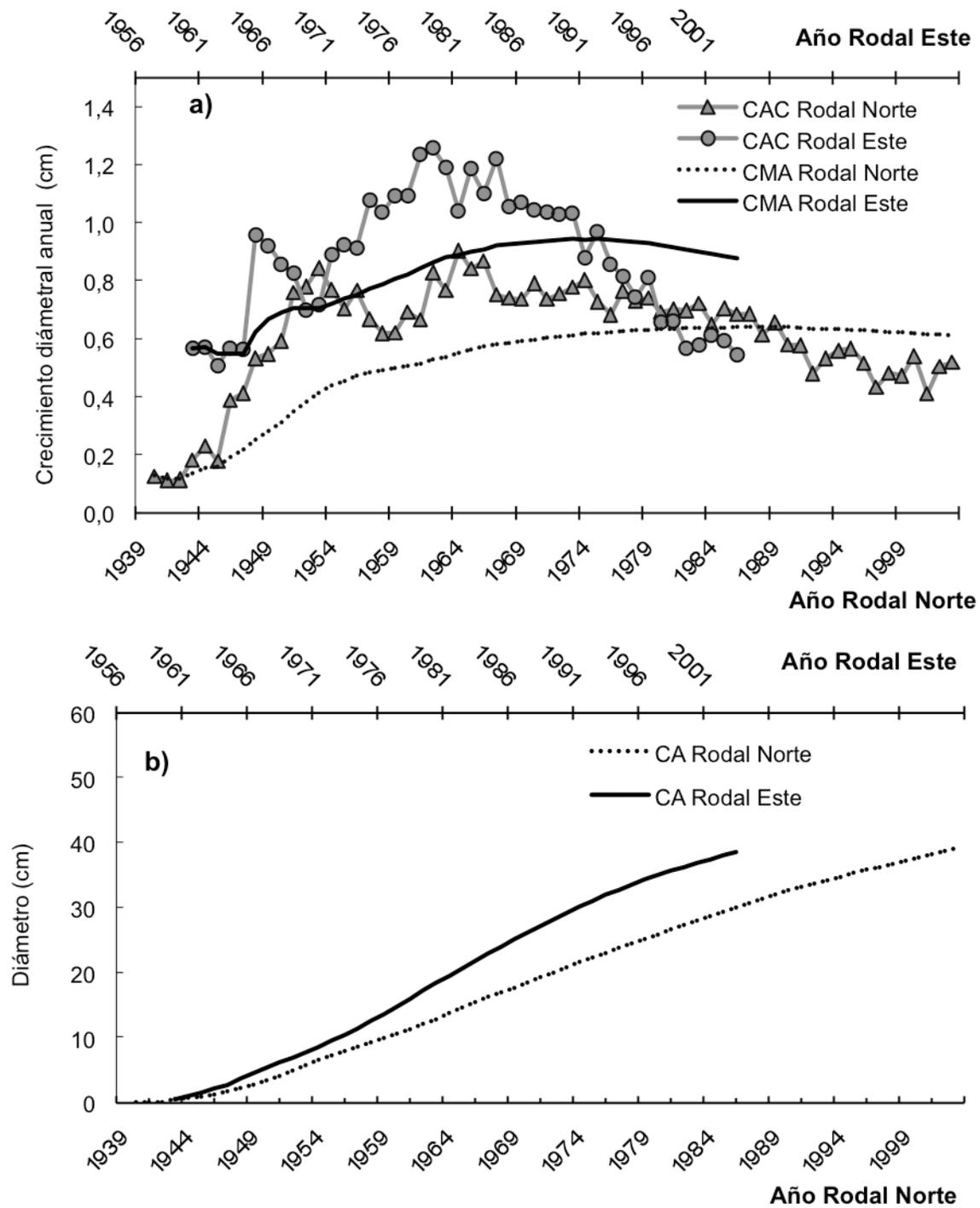


Figura 7. Desarrollo cronológico de variables relacionadas al crecimiento diamétrico, de ambos rodales hasta el momento del ralo para aquellos individuos con diámetros entre 20 y 40 cm. Se muestran las variables medidas de Crecimiento anual corriente (CAC), crecimiento medio anual (CMA) (figura 7a) y crecimiento acumulado (CA) (figura 7b).

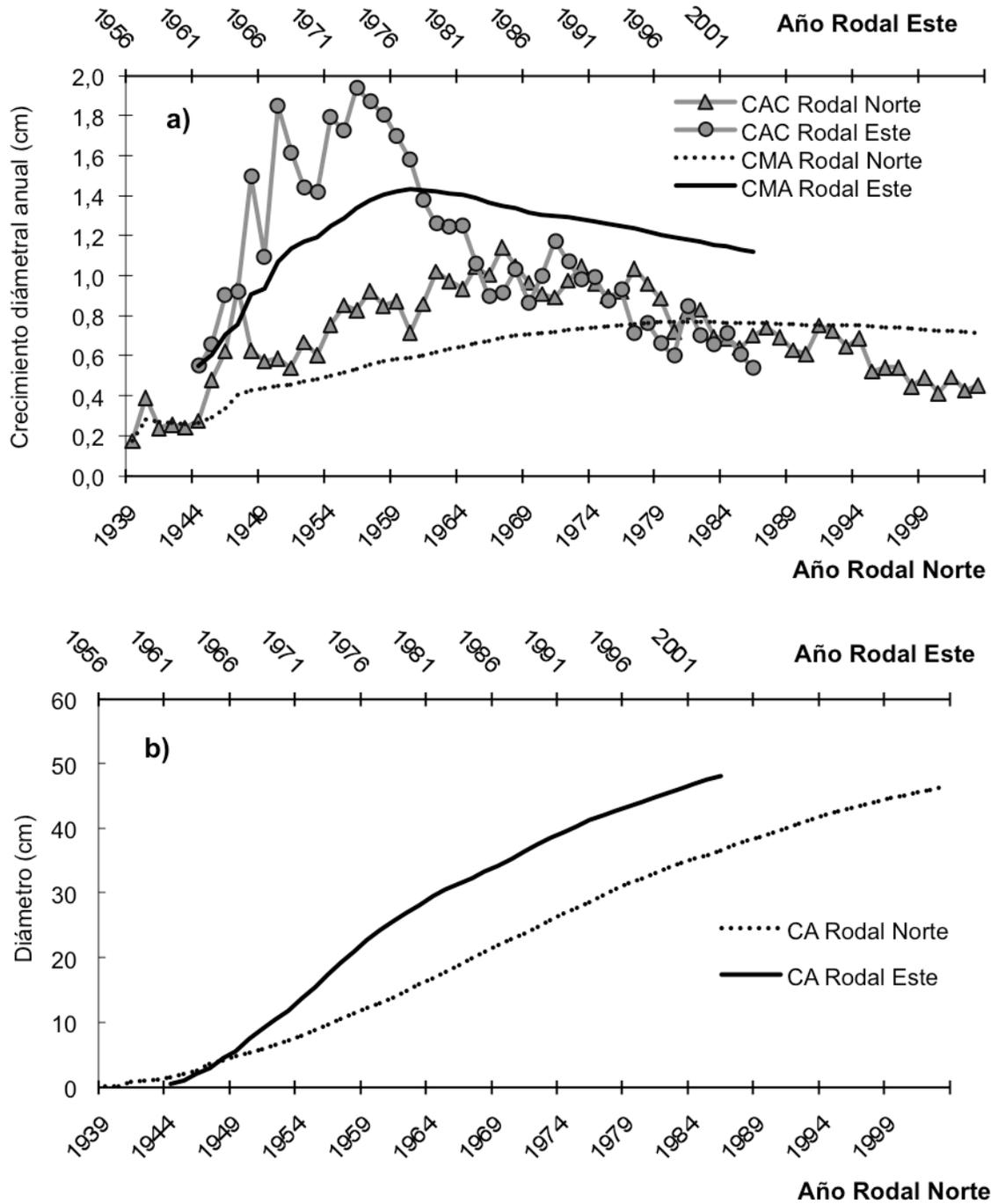


Figura 8. Desarrollo cronológico de variables relacionadas al crecimiento diamétrico de ambos rodales hasta el momento del ralo para aquellos individuos con diámetros superiores a 40 cm. Se muestran las variables medidas de Crecimiento anual corriente (CAC), crecimiento medio anual (CMA) (figura 8a) y crecimiento acumulado (CA) (figura 8b).

Los máximos crecimientos anuales corrientes (CAC) de cada rodal según cada rango diamétrico dan una mejor visión de lo que puede ocurrir en relación a esta variable. Mientras para el rodal Norte el máximo CAC se produce a la edad de 24 años, en el rodal Este este máximo se produce a los 19 años (cuadro 10). El rodal Norte presentó sus mayores incrementos en la clase diamétrica entre 20 y 40 cm con 42,2 % de los individuos presentes. Por su parte el rodal Este presenta este máximo en aquellos individuos con diámetros mayores a 40 cm, con solo un 17,1% de participación. Ahora bien, la mayor participación de individuos en el rodal Este se presenta para el rango diamétrico 20 a 40 cm, con 57,1%.

Cuadro 10: Máximos crecimientos anuales corrientes (CAC) para rodal Norte y rodal Este según el análisis de los crecimientos para rangos diamétricos (<20 cm; 20 a 40 cm; >40). Se muestra también el porcentaje de participación de cada clase de DAP.

Rango diamétrico (cm)	Rodal Norte			Rodal Este		
	CAC (cm/año)	Edad (años)	%	CAC (cm/año)	Edad (años)	%
Total	0,84	24	100	1,15	19	100
< 20	0,82	20	21,2	0,86	30	25,7
20 a 40	1,2	20	42,2	1,07	38	57,1
> 40	1,14	28	36,3	1,94	13	17,1

5. DISCUSIÓN

Al analizar el comportamiento de los rodales según rangos diamétricos, es posible observar que no todos los individuos formaban parte del rodal desde el inicio. La colonización de los rodales se generó en más de una etapa, lo que se ve reflejado en los diferentes cohortes etéreos (figuras 3 y 4). En estos se ve que para el rodal Norte se generaron tres etapas de colonización o cohortes y para el rodal Este se generaron 4 cohortes.

En el rodal Norte la participación del rango etéreo mayor (55-65 años) está presente desde los 20 cm a los 50 cm, sin embargo, domina su participación entre los 35 y 50 cm de DAP. De igual manera, también, el rango etéreo 45 a 54 años está presente en casi todas las clases diamétricas con una participación homogénea en las clases de DAP. Esto refleja que la forma de colonización ocurrida en este rodal (Norte) resultó con estas clases diamétricas presentes desde el inicio de este rodal.

En el rodal Este se observa que la clase etérea entre los 37 y 45 años está presente en los diámetros inferiores y superiores. Esto puede deberse en gran medida a que estos individuos colonizaron tardíamente el rodal. Resultado de esto es que aquellos individuos que lograron mejores posiciones en el rodal (espacios abiertos) lograron dominar el rodal y tuvieron una baja competencia que les incentivó el crecimiento para poder dominar. No fue así en el caso de aquellos que obtuvieron posiciones menos privilegiadas, los que fueron superados en competencia por los individuos ya establecidos y quedaron en el estrato suprimido (figura 4).

El crecimiento diametral anual muestra patrones diferentes para cada rodal. En términos de pendiente en la curva de crecimiento, es el rodal Este el que tiene valores más elevados, lo que indica un mayor crecimiento diametral en los primeros años del rodal. Esto no es así en el rodal Norte, el cual presenta una pendiente menor. Estas diferencias en la pendiente pueden estar explicadas por condiciones que favorecieron al rodal Este y al mismo tiempo condiciones que perjudicaron el crecimiento del rodal Norte. En este punto es probable que la presencia de ganado vacuno y el ramoneo de parte de éste sea un factor que haya incidido sobre el crecimiento. Los terrenos planos son más propicios para este tipo de actividades. En el caso del rodal Este, su pendiente pudo ser un factor limitante para su uso ganadero, por lo que después de su tala, probablemente fue abandonado. Esto puede haber favorecido el buen crecimiento de los individuos que paulatinamente ocuparon el rodal.

Por otra parte, el rodal Norte mantiene un crecimiento anual menos vigoroso, logrando su máximo recién el año 1962, a los 24 años de vida del rodal, con 0,84 cm. Esto es un indicador que puede mostrar una alta competencia inicial que no favoreció el crecimiento diametral.

Así también, se observa que el rodal Este, con mayores tasas de crecimiento, marca fuertes incrementos en el primer tercio de vida, llegando a su máximo en 1974, a los 19 años de vida del rodal, con 1,15 cm (figura 6 a). Luego de esto, el crecimiento decrece a través de los años. Estos son patrones de crecimiento que están dentro de lo esperado para comunidades forestales como estas, especies pioneras y agresivas, que compiten fuertemente por la luz y la dominancia de los doseles superiores (Donoso 1993).

Los resultados presentados en el cuadro 10 muestran que los máximos crecimientos registrados para ambos rodales se presentan en las clases diamétricas sobre 40 cm, con edades de 28 años para el rodal Norte y 13 años para el rodal Este. Esto puede indicar que para roble a esas edades y bajo condiciones favorables, se producen los máximos crecimientos diamétricos. Silva (2003) hace mención de los 13 años como edad para los máximos crecimientos alcanzados para renovales de roble en la comuna de Loncoche.

Por su parte, Donoso *et al.* (1993) señalan que los mayores crecimientos para renovales de roble y raulí se producen entre los 10 y 20 años. El rodal Norte alcanzó su mayor crecimiento a los 24 años, y el Este a los 19, es decir dentro o cercano al límite superior de este rango.

Las diferencias de crecimiento en diámetro observadas en ambos rodales, pueden explicarse por las condiciones de sitio para cada situación en particular. Schlatter (1991) menciona que los factores más determinantes al establecer las condiciones de sitio son: macroclima, clima local, características y propiedades físicas del suelo, y características y propiedades químico-nutritivas del suelo. Según esto, el rodal Este presenta mejores condiciones de sitio comparado al rodal Norte. En el análisis de suelo realizado a ambos rodales, no se encontraron diferencias físicas significativas, pero éste no incorporó un análisis químico-nutritivo ni tampoco el análisis de la densidad del suelo para conocer el grado de compactación. En todo caso un posible mejor régimen de humedad en el rodal Este (microclima) puede ser la causa principal de las diferencias.

La densidad de los rodales es otra variable que puede explicar los resultados obtenidos en los crecimientos. El rodal Norte presentó una densidad de 294 árboles/ha con 65 años rodal mientras que el Este presentó una densidad de 417 árboles/ha con 45 años. El rodal Norte es 20 años mayor que el rodal Este, por lo que sus densidades no necesariamente son comparables, ya que no se conocen las condiciones del rodal Norte 20 años atrás. Es probable que este rodal haya tenido una densidad mayor a la actual en la misma edad del Rodal Este. De ser así, esta variable no sería un factor que incida sobre las diferencias encontradas en el crecimiento.

6. CONCLUSIONES

- Los mayores crecimientos diametrales anuales fueron obtenidos por aquellos individuos con DAP sobre 40 cm para el rodal Este y entre 20 y 40 cm de DAP para el rodal Norte.
- El rodal Este obtuvo mejores resultados en crecimiento diametral en comparación al rodal Norte. Ambos rodales presentan valores que están por sobre los indicados en el estudio de zonificación, alcanzando los 1,07 cm/año para el rodal Norte y 1,71 cm/año para el rodal Este, mientras que el estudio indica valores que fluctúan entre los 0,37 cm/año y 0,60 cm/año para esta zona.
- La evolución del crecimiento tuvo claras diferencias en ambos rodales. Mientras el rodal Norte presentó un crecimiento que está marcado por una curva que tiene su pico mas alto a los 24 años, el rodal Este presenta este pico a los 19 años. Pese a que sus picos se presentan a edades similares, la forma de las curvas muestra una clara diferencia en el comportamiento del crecimiento.
- El rodal Norte presentó un diámetro medio final de 46,2 cm mientras el rodal Este 44,1 cm. Estos resultados muestran que pese a que el rodal Este es más joven que el rodal Norte (45 años v/s 65 años respectivamente), las condiciones de sitio en el rodal Este sumado probablemente a la historia de uso del rodal resultaron más favorables para lograr prácticamente los mismos resultados de crecimiento diametral en casi 20 años menos de vida.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Castillo, F. 1992. Caracterización, estudio dendrológico y proposición de intervenciones silvícola para renovales de roble (*Nothofagus oblicua*), cordillera de la costa, IX Región. Trabajo de Titulación presentado como parte de los requisitos para optar al Título de Ingeniero Forestal. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. Valdivia, Chile.
- Ciren, 1990. Atlas Agroclimático de Chile. Regiones IV a IX. Publicación No 87, 67pp.
- Corti, P. 1996. Caracterización y crecimiento de un renoval de roble (*Nothofagus obliqua*), lingue (*Persea lingue*) y radial (*Lomatia hirsuta*) en la comuna de Loncoche, Novena Región. Trabajo de Titulación presentado como parte de los requisitos para optar al Título de Ingeniero Forestal. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. Valdivia, Chile. 110p.
- Clutter, J.; Forstsan, J.; Pienaar, L.; Brister, G.; Bailey, R. 1983. Timber Management: a quantitative approach. New York. 333 p.
- De Camino, R.; Smith, B.; Benavides, M.; y Rodas, J. 1974. Los renovales del bosque nativo como recurso forestal. Antecedentes para la discusión del problema", In: Charlas y Conferencias N° 2, Instituto de Manejo y Economía Forestal, Universidad Austral de Chile, pp 25-39.
- Donoso, P.; Donoso, C.; Sandoval, V. 1993a. Proposición de zonas de crecimiento para renovales de roble (*Nothofagus obliqua*) y raulí (*Nothofagus alpina*) en su rango de distribución natural. *Bosque* 14(2): 37-55.
- Donoso, C. 1981. Ecología Forestal. El bosque y su medio ambiente. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. 369 pp.
- Donoso, C. 1993. Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. Ecología Forestal. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. 484 pp.
- Donoso, C. 1994. Bosques templados de Chile y Argentina. Variación estructura y dinámica. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 484 pp.
- Echeverría, C. 2000. Determinación de zonas de crecimiento de renovales de Roble – Raulí en las provincias de cautín y Valdivia y su aplicación en el desarrollo de modelos de crecimiento. Tesis Magíster en Ciencias. Valdivia, Universidad Austral de Chile. 109p.

- Loewe, V.; Toral, M.; Mery, A.; Camelio, M.; López, C.; Urquieta, E. 1998. Monografía de *Nothofagus obliqua*. Potencialidad de Especies y Sitios para una Diversificación Silvícola Nacional. INFOR-CONAF. Neuenchwander Cruz. Santiago, Chile. 90 p.
- Puente, M.; Donoso, C.; Peñaloza, R. 1981. Estudio de raleo y otras técnicas para el manejo de renovales de raulí. Valdivia, Universidad Austral de Chile. 63 p. (Informe de Convenio 37).
- Puente, M.; Donoso, C.; Peñaloza, R.; Y Morales, E. 1979 Manejo de Renovales de rauli (*Nothofagus alpina*) y roble (*Nothofagus obliqua*). Identificación y caracterización de renovales de rauli y roble. Documento de trabajo N 29. Santiago, Chile.
- Schlatter, J. 1991. Fertilidad del suelo, concepto y su aplicación a producción forestal. XIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. San Carlos de Bariloche, Río Negro. Argentina. 8 al 12 de Abril. p. 72-78.
- Schlatter, J.; Gerding, V. 1995. Método de clasificación de sitios para la producción forestal, ejemplo en Chile. *Bosque (Valdivia)*, vol.16, no.2, p.13-20.
- Schlatter, J.; Grez, R.; Gerding, V. 2003. Manual para el reconocimiento de suelos. Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile. 114 p.
- Silva, J. 2003 Estudio de seis años de respuesta al raleo en renovales de Roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.) en el predio Aillapán, comuna de Loncoche, Novena Región. Trabajo de Titulación presentado como parte de los requisitos para optar al Título de Ingeniero Forestal. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. Valdivia, Chile. 53 pp.
- Ulloa, F. 1984. Alcances sobre la disponibilidad de bosque nativo comercial en Chile, In: Actas XI Jornadas Forestales, Universidad de Concepción, 1984, pp 65-70.

ANEXOS

Anexo 1
Abstract and keywords

Abstract and keywords

The main objective of this study was to characterize and to evaluate the diametrical growth (cm/year) of grown trees from two renovales of roble (oak) (*Nothofagus obliqua*). This was carried out in the central valley in a farm located in the province of Valdivia, Región de los Ríos, Chile, (706083 m E, 5562280 m S).

As part of the proposed objectives it was intended to understand if the terrain slope and exposition of the hillside have a main role in establishing growth rates for both sites under study.

The sites under study were characterized as follows: the designated as "North" showed a slight slope facing north, by the other hand, number "East" has a 45% slope and facing east.

The results showed that the growth rates registered demonstrates that the existing conditions in place East were the normal for a best development. The average growth in diameter was 1,14 cm/year. Minimum values were 0,95 cm/year and 1,27 the maximum.

By the other hand, growth values obtained from individuals placed in the location North gave minimum values of growth of 0,44 cm/year and 0,84 for the maximum. These values are clearly lower than the ones registered for location East.

As general conclusion, it is possible to ensure that the differences in growth found between both situations can be explained by the positive site conditions found in location East, where its slope and exposure created optimal growth conditions for this specie. The action of bovine cattle is an important alterations factor that could have affected the initials density conditions.

Keywords: *Nothofagus obliqua*, diameter growth

Anexo 2
Imágenes de los rodales Norte y Este.

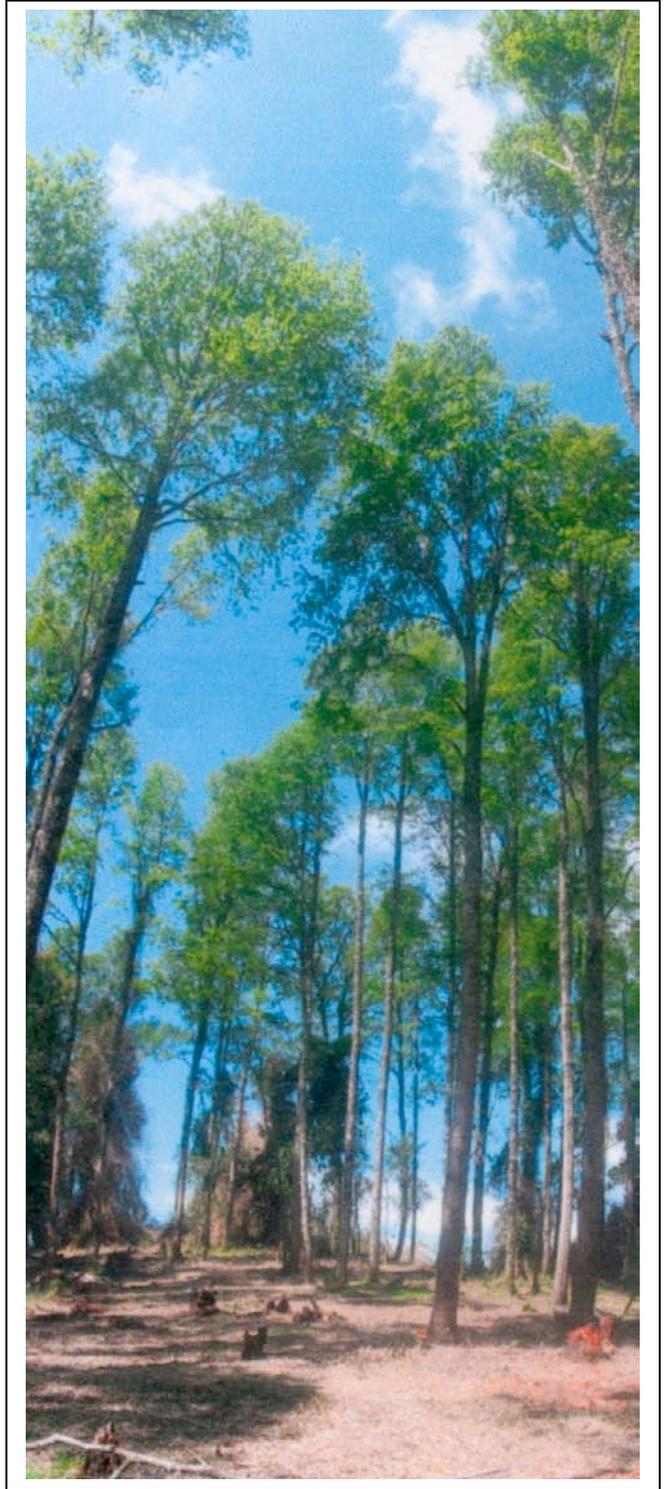
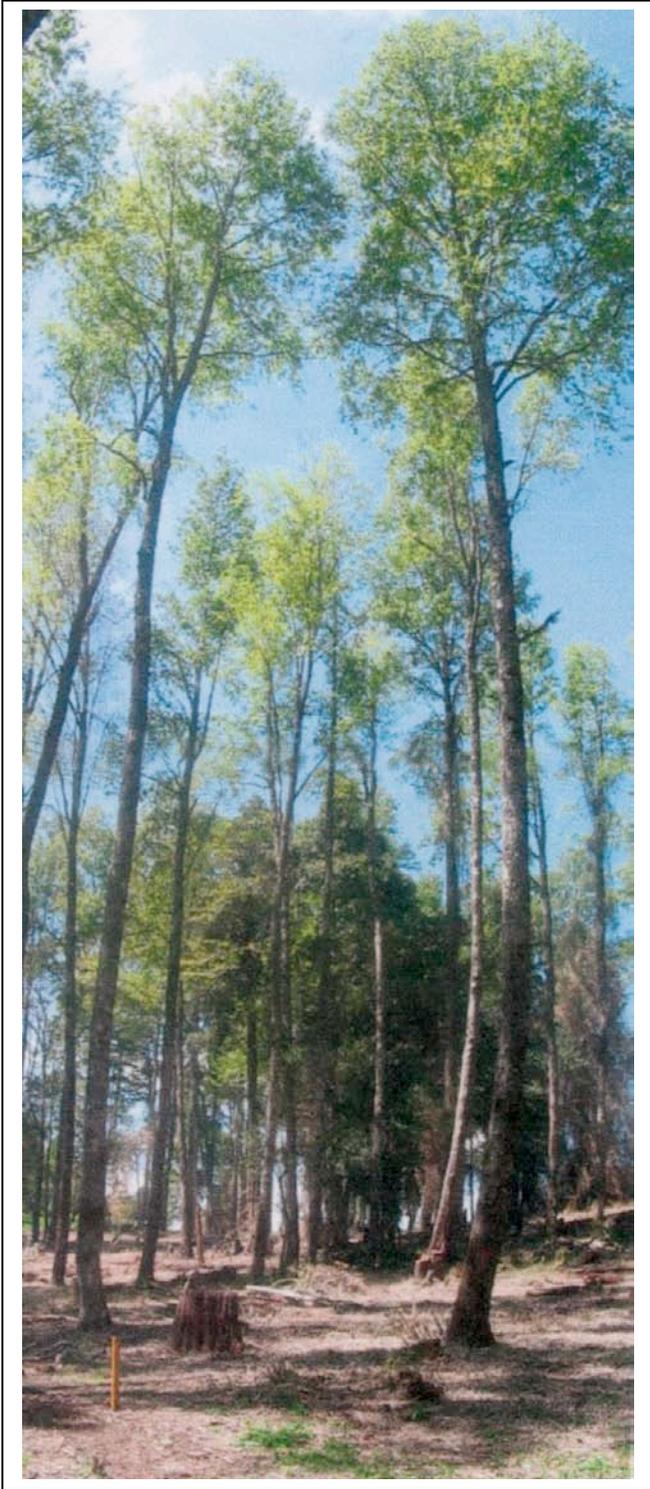


Figura 1: Dos Vistas del rodal Norte

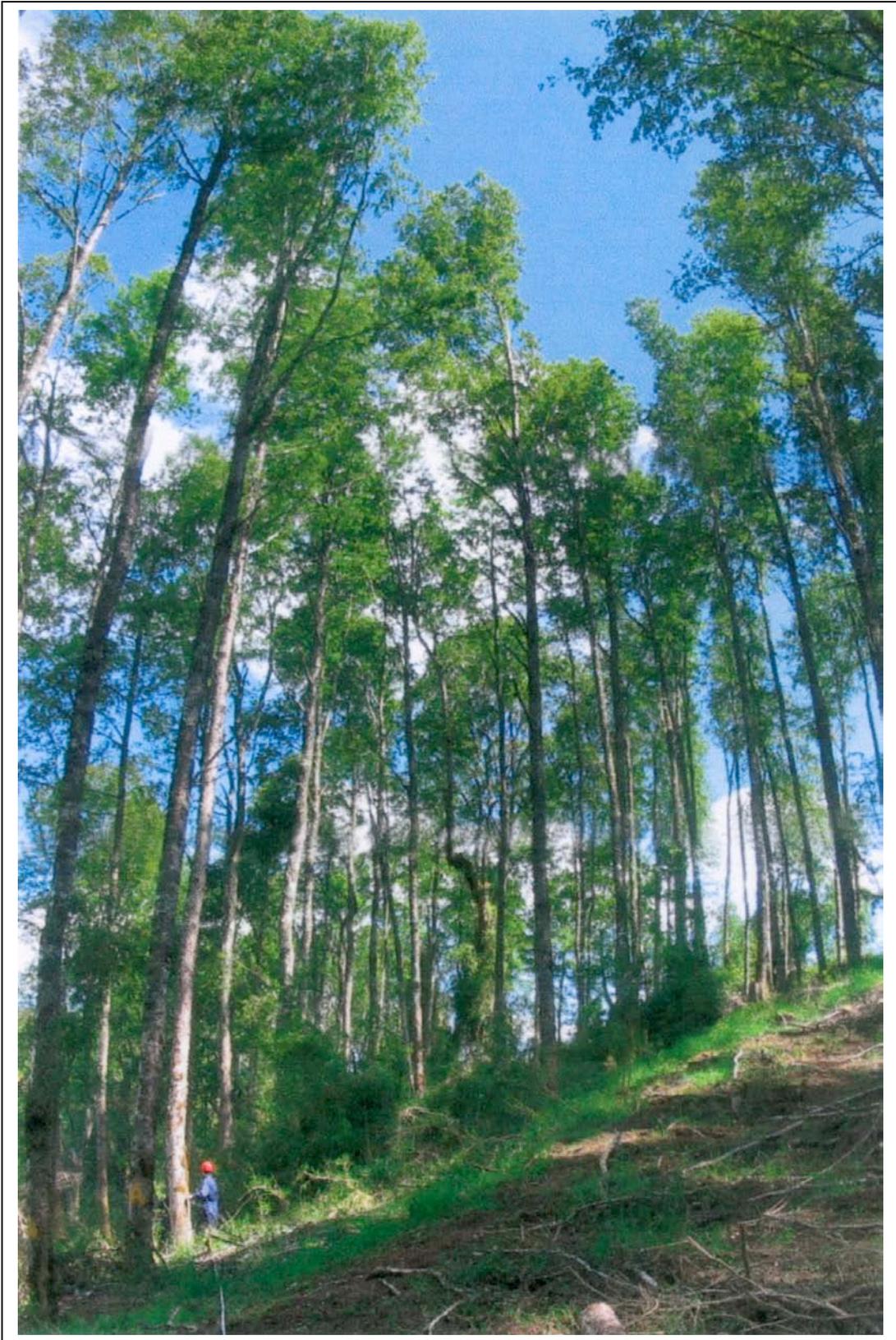


Figura 2: Vista del rodal Este



Figura 3: Vista del rodal Norte durante el raleo



Figura 4: Proceso de extracción de muestras de rodelas

Anexo 3

Crecimiento anual corriente, crecimiento medio anual y crecimiento acumulado para rodales Norte y Este.

Ano RN	CAC RN	CAC RE	CA RN	CA RE	CMA RN	CMA RE	Ano RE
1939	0,18	0,55	0,18	0,55	0,18	0,55	1961
1940	0,39	0,66	0,57	1,21	0,28	0,61	1962
1941	0,24	0,90	0,81	2,11	0,27	0,70	1963
1942	0,22	0,92	1,03	3,03	0,26	0,76	1964
1943	0,20	1,50	1,23	4,53	0,25	0,91	1965
1944	0,22	1,04	1,45	5,57	0,24	0,93	1966
1945	0,36	1,51	1,82	7,08	0,26	1,01	1967
1946	0,50	1,43	2,31	8,51	0,29	1,06	1968
1947	0,68	1,17	2,99	9,68	0,33	1,08	1969
1948	0,58	1,22	3,57	10,90	0,36	1,09	1970
1949	0,61	1,57	4,19	12,46	0,38	1,13	1971
1950	0,57	1,61	4,76	14,08	0,40	1,17	1972
1951	0,57	1,71	5,33	15,79	0,41	1,21	1973
1952	0,68	1,65	6,01	17,44	0,43	1,25	1974
1953	0,62	1,57	6,64	19,01	0,44	1,27	1975
1954	0,79	1,47	7,43	20,47	0,46	1,28	1976
1955	0,79	1,44	8,22	21,92	0,48	1,29	1977
1956	0,82	1,38	9,03	23,29	0,50	1,29	1978
1957	0,89	1,26	9,93	24,56	0,52	1,29	1979
1958	0,80	1,21	10,73	25,76	0,54	1,29	1980
1959	0,82	1,15	11,55	26,92	0,55	1,28	1981
1960	0,71	1,18	12,25	28,09	0,56	1,28	1982
1961	0,87	1,05	13,13	29,14	0,57	1,27	1983
1962	1,00	1,08	14,12	30,22	0,59	1,26	1984
1963	0,91	0,89	15,04	31,11	0,60	1,24	1985
1964	0,97	0,84	16,00	31,95	0,62	1,23	1986
1965	1,01	0,93	17,01	32,88	0,63	1,22	1987
1966	1,06	1,09	18,07	33,97	0,65	1,21	1988
1967	1,09	1,04	19,16	35,01	0,66	1,21	1989
1968	0,99	0,98	20,15	35,99	0,67	1,20	1990
1969	0,98	0,94	21,13	36,93	0,68	1,19	1991
1970	0,91	0,82	22,05	37,75	0,69	1,18	1992
1971	0,87	0,85	22,92	38,60	0,69	1,17	1993
1972	0,96	0,70	23,87	39,30	0,70	1,16	1994
1973	1,02	0,66	24,89	39,96	0,71	1,14	1995
1974	0,97	0,65	25,86	40,61	0,72	1,13	1996
1975	0,92	0,53	26,78	41,14	0,72	1,11	1997
1976	0,93	0,68	27,71	41,83	0,73	1,10	1998
1977	1,07	0,58	28,78	42,41	0,74	1,09	1999
1978	1,01	0,57	29,78	42,98	0,74	1,07	2000
1979	0,94	0,61	30,72	43,59	0,75	1,06	2001
1980	0,73	0,55	31,45	44,14	0,75	1,05	2002
1981	0,85	0,49	32,30	44,63	0,75	1,04	2003
1982	0,81		33,11		0,75		
1983	0,73		33,83		0,75		
1984	0,70		34,53		0,75		

1985	0,68		35,21		0,75	
1986	0,82		36,03		0,75	
1987	0,83		36,86		0,75	
1988	0,75		37,61		0,75	
1989	0,75		38,36		0,75	
1990	0,71		39,07		0,75	
1991	0,84		39,92		0,75	
1992	0,76		40,68		0,75	
1993	0,74		41,42		0,75	
1994	0,75		42,17		0,75	
1995	0,63		42,80		0,75	
1996	0,63		43,43		0,75	
1997	0,53		43,96		0,75	
1998	0,49		44,45		0,74	
1999	0,53		44,98		0,74	
2000	0,45		45,44		0,73	
2001	0,47		45,91		0,73	
2002	0,51		46,42		0,73	
2003	0,48		46,90		0,72	
Media	0,72	1,04	22,86	25,51	0,60	1,12
Max	1,09	1,71	46,90	44,63	0,75	1,29
Min	0,18	0,49	0,18	0,55	0,18	0,55

Anexo 4

Crecimiento anual corriente, crecimiento medio anual y crecimiento acumulado para aquellos individuos con diámetros bajo 20 cm, entre 20 y 40 cm y sobre 40 cm para rodales Norte y Este.

bajo 20

Rodal N	CAC RN	CAC RE	CA RN	CA RE	CMA RN	CMA RE	Ano RE
1939		0,08		0,08		0,08	1961
1940		0,43		0,50		0,25	1962
1941		0,44		0,95		0,32	1963
1942		0,49		1,44		0,36	1964
1943		0,50		1,94		0,39	1965
1944		0,50		2,44		0,41	1966
1945		0,42		2,87		0,41	1967
1946		0,70		3,56		0,45	1968
1947		0,83		4,39		0,49	1969
1948		0,78		5,17		0,52	1970
1949		0,57		5,74		0,52	1971
1950	0,40	0,56	0,40	6,31	0,40	0,53	1972
1951	0,24	0,65	0,65	6,95	0,32	0,53	1973
1952	0,35	0,78	1,00	7,73	0,33	0,55	1974
1953	0,39	0,65	1,39	8,39	0,35	0,56	1975
1954	0,50	0,78	1,89	9,16	0,38	0,57	1976
1955	0,42	0,71	2,31	9,87	0,38	0,58	1977
1956	0,59	0,83	2,89	10,70	0,41	0,59	1978
1957	0,51	0,80	3,41	11,50	0,43	0,61	1979
1958	0,82	0,70	4,23	12,20	0,47	0,61	1980
1959	0,52	0,72	4,75	12,91	0,47	0,61	1981
1960	0,44	0,69	5,19	13,60	0,47	0,62	1982
1961	0,34	0,73	5,53	14,33	0,46	0,62	1983
1962	0,42	0,70	5,94	15,03	0,46	0,63	1984
1963	0,48	0,74	6,42	15,77	0,46	0,63	1985
1964	0,41	0,75	6,83	16,52	0,46	0,64	1986
1965	0,40	0,75	7,23	17,27	0,45	0,64	1987
1966	0,37	0,71	7,61	17,98	0,45	0,64	1988
1967	0,45	0,81	8,05	18,79	0,45	0,65	1989
1968	0,44	0,73	8,49	19,52	0,45	0,65	1990
1969	0,56	0,86	9,06	20,38	0,45	0,66	1991
1970	0,52	0,70	9,57	21,09	0,46	0,66	1992
1971	0,49	0,61	10,07	21,69	0,46	0,66	1993
1972	0,59	0,70	10,65	22,39	0,46	0,66	1994
1973	0,64	0,62	11,29	23,01	0,47	0,66	1995
1974	0,51	0,49	11,80	23,50	0,47	0,65	1996
1975	0,57	0,33	12,37	23,83	0,48	0,64	1997
1976	0,54	0,37	12,91	24,20	0,48	0,64	1998
1977	0,51	0,29	13,41	24,49	0,48	0,63	1999
1978	0,50	0,23	13,92	24,72	0,48	0,62	2000
1979	0,44	0,27	14,36	24,98	0,48	0,61	2001
1980	0,44	0,32	14,80	25,30	0,48	0,60	2002
1981	0,45	0,20	15,25	25,50	0,48	0,59	2003
1982	0,61	0,17	15,86	25,66	0,48	0,58	
1983	0,45	0,14	16,31	25,80	0,48	0,57	

1984	0,51	0,17	16,82	25,97	0,48	0,56
1985	0,42	0,10	17,23	26,07	0,48	0,55
1986	0,39	0,13	17,62	26,20	0,48	0,55
1987	0,37		17,99		0,47	
1988	0,33		18,32		0,47	
1989	0,39		18,71		0,47	
1990	0,45		19,16		0,47	
1991	0,43		19,60		0,47	
1992	0,50		20,09		0,47	
1993	0,47		20,56		0,47	
1994	0,42		20,98		0,47	
1995	0,41		21,39		0,46	
1996	0,29		21,68		0,46	
1997	0,29		21,96		0,46	
1998	0,31		22,27		0,45	
1999	0,32		22,59		0,45	
2000	0,28		22,87		0,45	
2001	0,31		23,17		0,45	
2002	0,26		23,43		0,44	
2003	0,27		23,70		0,44	
Media	0,44	0,55	12,70	14,76	0,45	0,56
Max	0,82	0,86	23,70	26,20	0,48	0,66
Min	0,24	0,08	0,40	0,08	0,32	0,08

20-40							
Rodal N	CAC RN	CAC RE	CA RN	CA RE	CMA RN	CMA RE	Rodal E
1939							1956
1940	0,13		0,13		0,13		1957
1941	0,11		0,24		0,12		1958
1942	0,12		0,35		0,12		1959
1943	0,18	0,57	0,54	0,57	0,13	0,57	1960
1944	0,23	0,57	0,77	1,14	0,15	0,57	1961
1945	0,18	0,51	0,95	1,65	0,16	0,55	1962
1946	0,39	0,57	1,34	2,22	0,19	0,55	1963
1947	0,41	0,56	1,75	2,78	0,22	0,56	1964
1948	0,53	0,96	2,28	3,74	0,25	0,62	1965
1949	0,55	0,92	2,83	4,66	0,28	0,67	1966
1950	0,59	0,86	3,42	5,52	0,31	0,69	1967
1951	0,76	0,83	4,18	6,35	0,35	0,71	1968
1952	0,78	0,70	4,96	7,05	0,38	0,70	1969
1953	0,84	0,72	5,81	7,76	0,41	0,71	1970
1954	0,77	0,89	6,58	8,66	0,44	0,72	1971
1955	0,70	0,93	7,28	9,58	0,46	0,74	1972
1956	0,77	0,91	8,05	10,49	0,47	0,75	1973
1957	0,67	1,08	8,71	11,57	0,48	0,77	1974
1958	0,62	1,04	9,33	12,61	0,49	0,79	1975
1959	0,62	1,09	9,95	13,70	0,50	0,81	1976
1960	0,69	1,09	10,65	14,79	0,51	0,82	1977
1961	0,67	1,24	11,31	16,03	0,51	0,84	1978
1962	0,83	1,26	12,14	17,29	0,53	0,86	1979
1963	0,77	1,19	12,91	18,48	0,54	0,88	1980
1964	0,91	1,04	13,81	19,52	0,55	0,89	1981
1965	0,84	1,19	14,66	20,71	0,56	0,90	1982
1966	0,87	1,10	15,52	21,81	0,57	0,91	1983
1967	0,75	1,22	16,28	23,03	0,58	0,92	1984
1968	0,74	1,05	17,02	24,08	0,59	0,93	1985
1969	0,74	1,07	17,75	25,16	0,59	0,93	1986
1970	0,79	1,04	18,55	26,20	0,60	0,94	1987
1971	0,74	1,04	19,28	27,24	0,60	0,94	1988
1972	0,76	1,03	20,04	28,27	0,61	0,94	1989
1973	0,78	1,03	20,82	29,30	0,61	0,95	1990
1974	0,80	0,88	21,62	30,18	0,62	0,94	1991
1975	0,73	0,97	22,35	31,15	0,62	0,94	1992
1976	0,68	0,86	23,03	32,01	0,62	0,94	1993
1977	0,77	0,82	23,80	32,82	0,63	0,94	1994
1978	0,73	0,74	24,53	33,57	0,63	0,93	1995
1979	0,74	0,81	25,27	34,38	0,63	0,93	1996
1980	0,69	0,66	25,96	35,04	0,63	0,92	1997
1981	0,70	0,66	26,66	35,70	0,63	0,92	1998
1982	0,70	0,57	27,36	36,27	0,64	0,91	1999

1983	0,72	0,58	28,09	36,85	0,64	0,90	2000
1984	0,65	0,61	28,73	37,46	0,64	0,89	2001
1985	0,70	0,59	29,44	38,05	0,64	0,88	2002
1986	0,69	0,55	30,12	38,60	0,64	0,88	2003
1987	0,69		30,81		0,64		
1988	0,61		31,42		0,64		
1989	0,66		32,08		0,64		
1990	0,58		32,66		0,64		
1991	0,58		33,24		0,64		
1992	0,48		33,72		0,64		
1993	0,53		34,25		0,63		
1994	0,56		34,81		0,63		
1995	0,57		35,38		0,63		
1996	0,52		35,90		0,63		
1997	0,43		36,33		0,63		
1998	0,48		36,81		0,62		
1999	0,47		37,29		0,62		
2000	0,54		37,83		0,62		
2001	0,41		38,24		0,62		
2002	0,50		38,75		0,62		
2003	0,52		39,26		0,61		
Media	0,61	0,88	19,31	19,86	0,51	0,82	
Max	0,91	1,26	39,26	38,60	0,64	0,95	
Min	0,11	0,51	0,13	0,57	0,12	0,55	

sobre 40

Rodal N	CAC RN	CAC RE	CA RN	CA RE	CMA RN	CMA RE	Rodal E
1939	0,18		0,18		0,18		
1940	0,39		0,57		0,28		
1941	0,24		0,81		0,27		
1942	0,26		1,07		0,27		
1943	0,24		1,31		0,26		
1944	0,28	0,55	1,59	0,55	0,27	0,55	1961
1945	0,48	0,66	2,07	1,21	0,30	0,61	1962
1946	0,62	0,90	2,70	2,11	0,34	0,70	1963
1947	0,94	0,92	3,64	3,03	0,40	0,76	1964
1948	0,63	1,50	4,27	4,53	0,43	0,91	1965
1949	0,57	1,10	4,84	5,63	0,44	0,94	1966
1950	0,59	1,85	5,43	7,48	0,45	1,07	1967
1951	0,54	1,62	5,97	9,10	0,46	1,14	1968
1952	0,67	1,44	6,64	10,54	0,47	1,17	1969
1953	0,61	1,42	7,25	11,96	0,48	1,20	1970
1954	0,76	1,80	8,00	13,75	0,50	1,25	1971
1955	0,85	1,73	8,86	15,48	0,52	1,29	1972
1956	0,83	1,94	9,69	17,42	0,54	1,34	1973
1957	0,92	1,87	10,61	19,30	0,56	1,38	1974
1958	0,85	1,81	11,46	21,11	0,57	1,41	1975
1959	0,87	1,70	12,34	22,81	0,59	1,43	1976
1960	0,72	1,58	13,05	24,39	0,59	1,43	1977
1961	0,86	1,38	13,91	25,77	0,60	1,43	1978
1962	1,02	1,26	14,94	27,04	0,62	1,42	1979
1963	0,98	1,24	15,91	28,28	0,64	1,41	1980
1964	0,94	1,25	16,85	29,53	0,65	1,41	1981
1965	1,04	1,06	17,89	30,59	0,66	1,39	1982
1966	1,01	0,90	18,90	31,49	0,67	1,37	1983
1967	1,14	0,91	20,04	32,40	0,69	1,35	1984
1968	1,05	1,03	21,09	33,43	0,70	1,34	1985
1969	0,97	0,87	22,06	34,30	0,71	1,32	1986
1970	0,91	1,00	22,97	35,30	0,72	1,31	1987
1971	0,89	1,17	23,87	36,47	0,72	1,30	1988
1972	0,98	1,07	24,84	37,54	0,73	1,29	1989
1973	1,05	0,98	25,89	38,53	0,74	1,28	1990
1974	0,96	0,99	26,85	39,52	0,75	1,27	1991
1975	0,90	0,88	27,75	40,40	0,75	1,26	1992
1976	0,92	0,93	28,68	41,33	0,75	1,25	1993
1977	1,04	0,71	29,71	42,04	0,76	1,24	1994
1978	0,96	0,76	30,67	42,81	0,77	1,22	1995
1979	0,89	0,66	31,56	43,47	0,77	1,21	1996
1980	0,72	0,60	32,28	44,07	0,77	1,19	1997
1981	0,82	0,85	33,10	44,92	0,77	1,18	1998
1982	0,83	0,70	33,94	45,62	0,77	1,17	1999
1983	0,70	0,66	34,64	46,28	0,77	1,16	2000

1984	0,69	0,71	35,33	46,99	0,77	1,15	2001
1985	0,64	0,61	35,97	47,60	0,77	1,13	2002
1986	0,70	0,54	36,67	48,14	0,76	1,12	2003
1987	0,74		37,41		0,76		
1988	0,69		38,11		0,76		
1989	0,63		38,74		0,76		
1990	0,61		39,35		0,76		
1991	0,75		40,10		0,76		
1992	0,73		40,83		0,76		
1993	0,65		41,48		0,75		
1994	0,69		42,16		0,75		
1995	0,52		42,69		0,75		
1996	0,54		43,23		0,75		
1997	0,54		43,77		0,74		
1998	0,45		44,22		0,74		
1999	0,49		44,71		0,73		
2000	0,41		45,13		0,73		
2001	0,50		45,62		0,72		
2002	0,43		46,05		0,72		
2003	0,45		46,51		0,72		
Media	0,72	1,12	23,37	27,54	0,62	1,20	
Max	1,14	1,94	46,51	48,14	0,77	1,43	
Min	0,18	0,54	0,18	0,55	0,18	0,55	