



Universidad Austral de Chile
Facultad de Ciencias Forestales

**Análisis descriptivo del comportamiento de las distribuciones
diamétricas aplicando diferentes tratamientos en renovales
de Raulí y Roble en la
Novena Región**

Patrocinante: Sra. Alicia Ortega Z.

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

PETER ALEXY SAAVEDRA TORRES

VALDIVIA
2003

CALIFICACIÓN DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

		Nota
Patrocinante:	Sra. Alicia Ortega Zúñiga Víctor	6,5
Informante:	Sandoval Vásquez Rubén	6.0
Informante:	Peñaloza Wagenknecht	5,8

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



Sra. Alicia Ortega Z.

AGRADECIMIENTOS

Creo que agradecer a tantas personas que de alguna u otra manera contribuyeron en mi formación profesional y personal, sería como escribir un libro dedicado a cada una de ellas. Sin embargo, quisiera expresar aquí mi gratitud hacia algunas personas.

A mi Profesora Guía, Dra. Alicia Ortega, por su paciencia y perseverancia, ya que solo ella conoce y sabe, los diversos obstáculos que se nos presentaron en el camino para finalmente, concretar el trabajo aquí presentado.

A todos los profesores, que a lo largo de mis años en la Facultad, me entregaron las herramientas necesarias para formalizar mi vocación, y así poder desempeñarme con éxito en mi futuro, ahora, como profesional.

A mis compañeros y amistades forjadas en las aulas, en las largas noches de trabajo, de estudio, actividades extracurriculares y en los tantos momentos inolvidables que vivimos en estos años como estudiante.

En especial, a mi compañero y amigo Cristian Vera, con quien construí una unión bastante fuerte y emotiva, que quisiera yo, que mis hijas, algún día encuentren, lo que encontré yo, una amistad pura y verdadera.

A Evelyn, mi compañera y madre de mis hijas, quien estuvo siempre a mi lado, por su preocupación y compañía.

Por último, y sin ser menos importantes, quienes algún día emprendieron junto a mi, este proyecto, que tal vez, sin saber los tantos obstáculos que se presentarían, depositaron en mi su confianza, me apoyaron en todos los aspectos, aquellos son mis padres. Es por esto, y por tantas otras cosas que hoy, finalizado nuestro proyecto, les digo, a ambos, Arturo y Mónica, MISIÓN CUMPLIDA!!

LOS QUIERO MUCHO

Su hijo, PETER

**A MIS HIJAS
CAMILA Y VALENTINA
CON AMOR**

ÍNDICE DE MATERIAS

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Tipo Forestal Roble-Raulí-Coihue	3
2.2 Renovales de Roble-Raulí	3
2.3 Principales características de Raulí y Roble	4
2.4 Distribuciones diamétricas	5
2.4.1 Uso del área basal en función del diámetro	6
2.4.2 La distribución diamétrica como predictora del crecimiento	7
2.5 Conceptos de Crecimiento	7
2.6 Crecimiento en renovales de Raulí y Roble	9
2.7 Efectos del raleo	9
2.8 Función de probabilidad de densidad	10
2.9 Función de Weibull	10
3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	12
3.1 Material	12
3.1.1 Área de estudio	12
3.1.2 Descripción general del ensayo experimental	12
3.1.3 Características del área de ensayo antes de la intervención	15
3.1.4 Características del área de ensayo después del raleo	15
3.1.5 Descripción de la fuente de datos	17
3.2 Metodología	17
3.2.1 Método de los momentos	18
4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	19
4.1 Análisis del efecto del raleo en la distribución diamétrica en los diferentes tratamientos	19
4.2 Análisis gráfico de las distribuciones diamétricas pre y post-raleo	20
4.3 Análisis gráfico de las distribuciones diamétricas y su variación en el tiempo	23
4.3.1 Efecto sobre estructura y distribución diamétrica	23
4.3.2 Efecto sobre el Área basal y DMC	26
4.3.3 Efecto sobre la Densidad	26
4.3.4 Efecto sobre los incrementos	27
4.3.5 Análisis de los parámetros de Weibull	29
5. CONCLUSIONES	31
6. SUMMARY	33

APÉNDICES

- 1 Tablas de Rodal por tratamiento y medición
- 2 Tablas de Rodal promedio por tratamiento y medición
- 3 Tablas de incremento diamétrico por tratamiento y especie
- 4 Ejemplo para la estimación de parámetros de Weibull

ÍNDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1	Antecedentes originales de cada parcela de ensayo en Jauja, Malleco (antes de la intervención).	13
Cuadro 2	Asignación de tratamientos de raleo a cada una de las parcelas del ensayo experimental de Jauja.	14
Cuadro 3	Mediciones realizadas en el ensayo de jauja desde su instalación.	15
Cuadro 4	Antecedentes de cada parcela del ensayo después del raleo según especies, en Jauja, Malleco.	16
Cuadro 5	Aumento del área basal (m ² /ha) entre mediciones (%).	26
Cuadro 6	Mortalidad de individuos entre períodos (Narb/ha).	27
Cuadro 7	Incremento medio anual (cm/año) individual por Tratamiento.	27
Cuadro 8	Valores de los parámetros <i>b</i> y <i>c</i> para cada tratamiento y Medición.	30

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Distribuciones diamétricas de la función de probabilidad de densidad de Weibull.	11
Figura 2	Distribución de las parcelas y de las subparcelas (recuadro inferior) en el área de ensayo de Jauja.	14
Figura 3	Distribuciones diamétricas de los tratamientos 1, 2 y 3, para las mediciones 1, 2 y 6 (años 1980, 1981 y 2000, respectivamente). También se presentan algunos estadígrafos.	21
Figura 4	Distribuciones diamétricas de los tratamientos 4 y 5, para las mediciones 1, 2 y 6 (años 1980, 1981 y 2000, respectivamente).	22
Figura 5	Distribuciones diamétricas de los tratamientos 1, 2 y 3, para las mediciones 2, 5 y 6 (años 1981, 1991 y 2000, respectivamente). También se presentan estadígrafos y parámetros de Weibull.	24
Figura 6	Distribuciones diamétricas de los tratamientos 4 y 5, para las mediciones 2, 5 y 6 (años 1981, 1991 y 2000, respectivamente).	25
Figura 7	Incremento diamétrico por clase diamétrica y Tratamiento.	28
Figura 8	Gráficos de los parámetros de escala <i>b</i> y forma <i>c</i> , de Weibull.	29

RESUMEN EJECUTIVO

Con la base de datos proporcionada llamada ENSAYO, referente a un ensayo experimental consistente en 15 parcelas permanentes realizado en Jauja, Provincia de Malleco, IX Región, el cual está conformado por renovales dominados por las especies Raulí (*Nothofagus alpina*) y Roble (*Nothofagus obliqua*). Este ensayo fue establecido en el año 1980, y sometido a diversas intervenciones (Tratamientos), además de ser medido en distintos años posterior a su establecimiento, siendo la última medición efectuada en el año 2000.

De esta manera, con los datos proporcionados por las distintas mediciones efectuadas en este ensayo, se realiza un análisis descriptivo del comportamiento de las distribuciones diamétricas como resultado de las distintas intensidades de raleo a que fueron sometidos cada una de las parcelas agrupadas de tres en 5 Tratamientos.

La metodología utilizada es la de organizar en forma tabular la base proporcionada, para luego evaluar las variaciones del crecimiento diametral y área basal, principalmente. Además, se determina y describe el efecto sobre las estructuras diamétricas de los rodales a través del tiempo. Por último se describe el comportamiento de los parámetros de Weibull.

Del análisis, se obtiene que en general los distintos Tratamientos aplicados (intensidades de raleo) en estos rodales, son poco efectivos o deficientes, puesto que los efectos que se debieran haber obtenido son poco significativos, debido principalmente a que las edades de estos rodales, en el momento de ser establecidos-intervenidos, fluctuaban entre los 40 años como promedio.

Los incrementos diametrales demuestran en forma clara el poco efecto que tienen los Tratamientos, inclusive los más severos en cuanto a extracción de área basal (tratamientos 1 y 2), sobre los rodales. No obstante, los Tratamientos 1 y 2 producen los mayores incrementos medios anuales, 0.3507 y 0.2906, respectivamente, lo cual si consideramos que se trata de especies con Intolerancia (roble) y Semitolerancia (raulí) a la sombra, se debieran haber visto significativamente favorecidas con las estructuras originadas después de las intervenciones.

Los parámetros de Weibull, especialmente el de forma c , cuyos valores fluctúan entre 1.382 y 2.311, nos indica que la curva de distribución corresponde a una acampanada con algún sesgo positivo, con tendencia a la normal, lo cual es típico de rodales maduros.

Palabras clave: Renovales roble y raulí, intensidades de raleo, distribuciones diamétricas, incrementos diamétricos, parámetros de Weibull.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los bosques nativos de Chile presentan una variada composición de especies, diferentes estados de desarrollo y una distribución latitudinal muy extensa. Según el catastro nacional de los recursos vegetacionales nativos de Chile (CONAF *et al.*, 1999), en el país existen 13,4 millones de hectáreas de bosques nativos, de los cuales 3,6 millones corresponden a bosques naturales de segundo crecimiento, llamados genéricamente renovales. Del total nacional de estos bosques naturales de segundo crecimiento, 1,2 millones de hectáreas lo constituyen bosques del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue, de los cuales aproximadamente el 50% se encuentra en las Regiones IX y X (CONAF *et al.* 1999).

Este tipo de bosque se distribuye desde la Región del Maule (36°30` latitud sur), hasta la Región de Magallanes (40°30` latitud sur), entre los 100 y los 1.000 ms.n.m., tanto en la Cordillera de la Costa como en la de Los Andes, principalmente en laderas interiores y en los valles cordilleranos (Donoso, 1981).

Ante lo señalado anteriormente, se deja de manifiesto el gran potencial que posee el país, en cuanto a la disponibilidad de un recurso renovable susceptible de ser manejado. Por lo tanto, esto nos impulsa a avanzar en el desarrollo de herramientas que aporten a la silvicultura de estas masas jóvenes.

La proyección del crecimiento y rendimiento es fundamental para la necesidad de conocer y cuantificar situaciones a corto y largo plazo, como apoyo a la optimización en la toma de decisiones de manejo.

En el transcurso de los años, de la actividad forestal, se ha logrado reunir una serie de nuevos conocimientos sobre los renovales de Raulí y Roble, continuando así las líneas de estudio que han planteado, con anterioridad, otros investigadores forestales. De esta manera, se reafirma la convicción sobre las potencialidades económicas de utilizar los bosques de segundo crecimiento de Raulí y Roble (Puente *et al.*, 1981).

La estructura de un rodal ofrece una valiosa información tanto a los encargados del manejo forestal como a los productores de madera y sus derivados y da respuesta a numerosas preguntas tales como ¿habrá beneficios en la corta que se hará?, ¿Cuánto volumen comercial se puede obtener en cada uno de los ciclos de corta?, etc. para lo cual el diámetro medio proporciona escasa o nula información.

El objetivo general consiste en evaluar el efecto de diversas intensidades de raleos aplicados a renovales de Raulí y Roble, en un periodo de 20 años, siendo la especie dominante Raulí y cuya edad se estima entre 20 y 40 años.

Para el cumplimiento del objetivo principal, se definieron varios objetivos específicos, que a continuación se detallan:

- Organizar la base de datos proporcionada para los objetivos del trabajo (generar tablas de rodal).

- Evaluar la variación en crecimiento diametral, área basal y densidad de bosques de renoual, raleados de acuerdo a diversos niveles de Área basal remanente.
- Determinar el efecto de raleos de intensidad variable, en las condiciones futuras del bosque.
- Evaluar el crecimiento de los árboles en función de diversos factores del árbol y del rodal.
- Caracterizar las distribuciones diamétricas mediante la función de probabilidad de Weibull
- Analizar el comportamiento de los parámetros de la función de Weibull a 1, 10 y 20 años de aplicado el raleo.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Tipo Forestal Roble-Raulí-Coihue

La superficie nacional del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue corresponde a 1.460.531 ha, lo cual equivale a un 10,9% del Bosque Nativo del país (CONAF-CONAMA, 1999).

Los renovales de Raulí-Roble, según la tipología actual de los bosques nativos de Chile, pertenecen a este tipo forestal, subtipo renewal y bosque puro secundario (Donoso, 1981).

La distribución del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue se encuentra entre el paralelo 36°30 S (río Ñuble-Itata) y el paralelo 40°30 S, ocupando distintas altitudes, entre los 100 y los 1.000 metros sobre el nivel del mar (msnm) en ambas cordilleras, particularmente en las laderas interiores y en los valle cordilleranos, donde Roble ocupa las zonas más bajas (aprox. 100-600 msnm), Raulí las intermedias (aprox. 900-1.000 msnm), produciéndose zonas de traslapeo o ecotonos, originándose así formaciones puras y mixtas (Donoso, 1981).

Las características del clima en que se encuentra este tipo forestal corresponden en general al tipo templado oceánico, encontrándose precipitaciones que fluctúan entre 1.500 y 3.000 mm anuales, las que aumentan de norte a sur. También es posible encontrarlo en climas de influencia mediterránea con fuertes oscilaciones térmicas, que en general no sobrepasan los 7°C debido al efecto moderador del océano, esto último, sin embargo, no sucede en las partes altas de la Cordillera o Precordillera en donde el Tipo Forestal se desarrolla (Donoso, 1981).

El tipo forestal, por su distribución geográfica, presenta temperaturas del mes más frío entre 0-10°C y del mes más cálido entre 16-20°C (Grosse y Quiroz, 1999).

En relación a los Suelos en los cuales se desarrolla el tipo forestal, generalmente son suelos del tipo Trumao o en los suelos formados sobre escoria volcánica, profundos, de buen drenaje, pH ácido a moderadamente ácido y ocasionalmente sobre deslizamientos y ñadis de mal drenaje (Grosse y Quiroz, 1999).

2.2 Renovales de Roble-Raulí

Se considera como renovales a aquellos bosques de segundo crecimiento compuestos por especies arbóreas mayores o iguales a 2 m de altura y sobre un 25% de cobertura, los que son originados después de una perturbación de origen antrópica o natural por medio de semillas y/o reproducción vegetativa, y que llegan a ser en general homogéneos en cuanto a su estructura vertical y distribución de diámetros (CONAF *et al.*, 1997).

La superficie total de los renovales del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue sin intervención aparente, se estima en 600.000 ha entre la VIII y IX Región, donde aquellos con

dominancia de Coihue ocupan el 41,6% de la superficie total, seguidos por aquellos donde domina Roble con un 32,1%. Los renovales con participación de Raulí ocupan el 24,2% restante de la superficie, lo que no refleja todas las situaciones con presencia de esta especie, dado que en cierta medida también se encuentra asociada junto a renovales dominados por Coihue y Roble (INFOR, 1996).

Grosse y Quiroz (1999), afirman que los incendios en los bosques que dieron comienzo a estos renovales ha sido el denominador común de su origen, los cuales fueron iniciados por el hombre para generar terrenos de uso ganadero y agrícola. En los sectores donde actualmente existen los renovales se quemó en general una vez, sin destruir las raíces de los árboles, permitiendo que esporádicamente permanecieran algunos individuos viejos en pie, situación que permitió la retoñación de los árboles, la regeneración por semillas y la recuperación del bosque.

Comparativamente con un bosque adulto maduro, los renovales son de composición y estructura mucho más simple, es decir, presentan menor variabilidad en la cantidad de especies y las clases diamétricas tienden a concentrarse en un rango definido. En general la regeneración no es abundante, y en el caso del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue, los renovales jóvenes que están en proceso de establecimiento y alta competencia no tienen regeneración de *Nothofagus* (Martínez, 1999).

2.3 Principales características de Raulí y Roble

Raulí. Es un árbol monoico de hasta 40 m de altura, su tronco crece recto, cilíndrico y alcanza los 2 metros o más de diámetro, el cual presenta hojas caducas, simples y alternas de margen ondulado suavemente aserrado y nervadura muy notoria en la cara inferior. Su corteza es dura, firma, agrietada longitudinalmente siendo de color café claro o gris oscuro (INFOR-CONAF, 1997).

Es una especie de Semitolerancia de Tolerancia intermedia, que muchas veces es colonizadora de áreas descubiertas o desnudas y es más tolerante a la sombra que otras pioneras, como Roble y Coihue (Donoso, 1993).

Esta especie no constituye bosques puros y se presenta asociado a *Nothofagus dombeyi*, *Nothofagus oblicua*, *Podocarpus saligna* y *Eucryphia cordifolia*, entre las más importantes. Su madera es una de las mejores y más valiosas de Chile y su aplicación es muy variada en mueblería y toda clase de construcciones, motivo por lo cual ha sido intensamente explotada (Rodríguez *et al.*, 1983).

Roble. Es la especie más común y abundante en gran parte de las regiones central y sur de Chile cubiertas con vegetación nativa. Muchas de las áreas que alguna vez fueron bosques vírgenes de Roble mantienen actualmente bosques de segundo crecimiento o renovales en las que comúnmente esta especie se asocia con Raulí (INFOR-CONAF, 1997).

Donoso (1981), define a Roble como una especie Intolerante a la sombra.

Esta especie puede alcanzar los 40 m de altura con más de 2 m de diámetro, presentando un tronco más o menos cilíndrico, con la corteza gruesa y dura, agrietada en placas grandes y redondeadas, siendo en los árboles jóvenes lisa y gris hasta blanquecina y en los adultos de color gris oscuro. Sus ramas constituyen una copa redonda de forma piramidal, presentando hojas caducas de 2 a 7 cm de largo, de borde doblemente aserrado. Su madera ocupa uno de los primeros lugares en cuanto a utilización dentro de los árboles chilenos, presentando un ligero veteado con poco brillo natural, semipesado con una albura gruesa de color rosa-amarillenta y duramen pardo a castaño-rojizo que contiene sustancias tánicas lo cual le confiere a esta madera una gran solidez y durabilidad (Rodríguez *et al.*, 1983).

Otras especies. En los renovales de Raulí-Roble también aparecen especies tolerantes que formaron parte del bosque anterior y que se encuentran generalmente a nivel del dosel intermedio. Algunas de ellas son *Aextoxicon punctatum*, *Gevuina avellana*, *Luma apiculata*, *Weinmannia trichosperma*, *Dasyphyllum diacanthoides*, *Laurelia sempervirens*, *Amomyrtus luma*, *Amomyrtus meli* y *Persea lingue* entre otras. La frecuencia de ellas depende del grado de alteración a que fue sometido el rodal original (Grosse y Cubillos, 1991).

Las especies tolerantes de crecimiento más lento que los *Nothofagus* y capaces de reproducirse vegetativamente, aparecen en los distintos tipos de renovales con mayor o menor frecuencia en función de los mismos factores ambientales que afectan a los *Nothofagus* dominantes. Ellos forman el sotobosque en los renovales más jóvenes y gradualmente se van constituyendo en el dosel intermedio. De no mediar intervenciones o catástrofes naturales en el largo plazo, estas especies se reproducirán, los dominantes intolerantes morirán gradualmente y las especies tolerantes se transformarán en dominantes capaces de perpetuarse en las mismas comunidades (Puente *et al.*, 1979).

2.4 Distribuciones diamétricas

Una distribución diamétrica corresponde a una tabla de rodal, es decir, al número de árboles por clase diamétrica, representados bien como una tabla, gráficamente mediante un histograma, o bien como una función de distribución definida por sus parámetros (Ortega, 1989).

La utilidad de las tablas de rodal en dendrometría forestal, indicando el número de árboles por hectárea por clase diamétrica en condiciones de densidad completa de un rodal regular, además de una tabla de volumen, está en que se puede conocer la distribución del volumen y su proporción por clase diamétrica.

Existen numerosas hipótesis acerca de la naturaleza de la variación no explicada en el crecimiento de una especie forestal. No cabe duda que un porcentaje de la variación puede ser atribuida a errores de medición, aunque esto ha sido minimizado para especies de crecimiento rápido mediante cuidadosas mediciones con el tiempo suficiente entre ellas como para permitir discernir cambios en las características medidas. Otro factor que puede contribuir a la variación no explicada es atribuible a las

imperfecciones en los índices usados para describir la calidad del sitio y existencias. La variabilidad genética, agrupación y distribución diamétrica son otras posibilidades que podrían explicar las variaciones en el crecimiento (Ortega, 1989).

La productividad por unidad de área se puede predecir aplicando un procedimiento en cuatro etapas de análisis de distribuciones diamétricas: Estimación del número de árboles por unidad de área en cada clase diamétrica; Predicción de la altura total media para árboles de un diámetro dado; Cálculo del volumen por clase diamétrica usando el punto medio de cada intervalo de clase diamétrica; Suma de los volúmenes por clase diamétrica para obtener una estimación del volumen por unidad de área. Controlando la estructura del rodal se obtiene un enfoque sistemático que satisface los tres objetivos por la ubicación del espacio de crecimiento entre la regeneración y los árboles residuales en diferentes edades o clases de crecimiento (Ortega, 1989).

Con respecto a los rodales irregulares, el uso de las distribuciones diamétricas es, esencialmente, regular la productividad. Así como una distribución predeterminada puede ser creada en sucesivos ciclos de corta, la productividad puede permanecer constante. Esto requiere que solo los árboles que sobrepasan al número deseado son cortados cada vez. La representación gráfica de esta situación se aproxima a una J inversa representando el número decreciente de árboles asociados con los diámetros progresivamente mayores. Sin embargo la forma de la distribución podría variar dependiendo de las tasas de regeneración, mortalidad y corta.

2.4.1 Uso del área basal en función del diámetro

Existen numerosas ventajas de trabajar con el área basal en vez de con el número de árboles para evaluar el crecimiento, debido a que se obtiene solo por medición directa del diámetro y, además, porque prácticamente todas las investigaciones en estructura del rodal se han basado en frecuencias por clase diamétrica. Primero, al ajustar un modelo por regresión, se obtiene un mejor resultado en la mitad superior del rango diamétrico. Esto ocurre porque aproximadamente el 67% de los árboles, es decir, los más pequeños, contribuyen tan sólo el 45% del área basal del rodal. Como los árboles mayores contienen proporcionalmente mayor volumen, trabajar con el área basal podría garantizar una mejor representación de los árboles mayores en la tabla de rodal predicha. Segundo, dentro de un rodal, el área basal está estrechamente correlacionada con su volumen, con cierta independencia de la distribución diamétrica del rodal. Consecuentemente, los errores en la distribución del área basal predicha, tendrá un pequeño impacto sobre el volumen total (Ortega, 1989).

Por su parte, Prodan *et al.* (1997), mencionan que existen ventajas significativas en el uso del crecimiento en área basal, ya que este se obtiene sólo por medición directa del diámetro, en cambio el volumen incorpora además los errores de la obtención de alturas y a veces de la forma, debido a que la medición de alturas es una tarea ardua, costosa y los valores a menudo son inexactos, por su parte al evaluar la forma esta es muy subjetiva y depende del criterio empleado por quien la mide. También afirman que si se determina el área basal del rodal al inicio y al final de un período, entonces también debe considerarse la disminución del número de árboles por mortalidad, por raleos u otras intervenciones en el rodal, para evitar sobreestimaciones.

En relación a lo anterior, habitualmente las alturas se obtienen indirectamente a partir de los diámetros, ajustando una ecuación que relacione ambas variables. El ajuste de la relación entre diámetros y alturas puede obtenerse por métodos de regresión o a partir de una distribución bivalente de diámetros y alturas; mientras que para modelizar la evolución en el tiempo de dicha relación se suele emplear una ecuación altura-diámetro generalizada (von Gadow *et al.*, 2001).

2.4.2 La distribución diamétrica como predictora del crecimiento.

Se han realizado numerosos trabajos sobre modelos de crecimiento y productividad que han incluido técnicas para predecir cambios en la distribución diamétrica con la edad del rodal. En estos modelos, una familia particular de distribuciones diamétricas, tales como la Beta (Clutter y Bennett, 1965) o Weibull (Bailey y Dell, 1973) son ajustadas a los datos. La estimación de los parámetros de la distribución es usada para desarrollar regresiones para predecir los parámetros, de la distribución diamétrica del rodal (Ortega, 1989).

Munro (1974), aplica lo anteriormente descrito, en donde la forma funcional de las ecuaciones de crecimiento implicadas es investigada, con el objetivo de obtener un nexo matemático y biológico entre el tipo de modelo de rodal de distribución diamétrica y modelo de rodal de árbol individual. El procedimiento para desarrollar un modelo de crecimiento y productividad de distribuciones diamétricas ha sido:

- Tomar un conjunto de datos.
- Seleccionar una familia de distribuciones.
- Estimar los parámetros de la distribución parcela por parcela.
- Ajustar las regresiones para predecir los parámetros a partir de características del rodal, tales como la edad, índice de sitio y densidad del rodal.

2.5 Conceptos de Crecimiento

Prodan *et al.* (1997), define el crecimiento como el incremento gradual de un organismo, población u objeto en un determinado período de tiempo. El crecimiento acumulado hasta una edad determinada representa el rendimiento a esa edad.

La estimación de crecimiento es una etapa esencial en el manejo forestal. El concepto básico de recurso renovable se deriva de la propiedad de crecimiento y cualquier planificación encierra el concepto de predicción de crecimiento. Esto último, ha sido preponderante para los investigadores, por lo que se puede medir el crecimiento pasado con exactitud, pero su predicción siempre es algo incierta, más aún cuando las limitantes de tiempo y costo en el manejo forestal requieren de métodos de proyección rápidos y sencillos basados en el mínimo de mediciones y variables (Prodan *et al.* 1997).

Vanclay (1994) afirma que el crecimiento de un rodal se refiere al aumento en las dimensiones de uno o más individuos de un rodal forestal en un período de tiempo dado, por ejemplo crecimiento en volumen expresado en m^3 /ha/año.

Al traspasar los conceptos del árbol individual al de rodal se debe observar que el rodal es una comunidad viviente, es decir, una población en términos biométricos. Las distintas magnitudes de crecimiento pueden determinarse en el cambio de valores medios (por ejemplo; diámetro medio, altura media y similares) o de las curvas (por ejemplo: área basal de rodal, volumen de rodal) (Prodan *et al.*, 1997).

Según Prodan *et al.* (1997) el crecimiento es influenciado por las aptitudes genéticas de una especie interactuando con el medioambiente. Las influencias medioambientales incluyen factores climáticos (temperatura del aire, precipitaciones, viento y luz solar), factores del suelo (características físicas y químicas, humedad y microorganismos), características topográficas (inclinación, elevación y microrelieve) y la competencia (influencia de otros árboles, vegetación menor y animales); este último es un factor muy importante y el más controlable a través del manejo silvicultural.

Es posible diferenciar tres etapas en el crecimiento: un estado juvenil donde el crecimiento es primero lento y luego acelerado, una etapa de madurez con un crecimiento constante y una etapa de senescencia con un crecimiento desacelerado.

Además, en árboles maduros el crecimiento se expresa normalmente en términos de volumen. El volumen cúbico del fuste es un parámetro válido para expresar el crecimiento del árbol. El volumen aserrable, al contrario, está afectado por supuestos arbitrarios de utilización que invalidan las tendencias de crecimiento.

El término incremento está referido al crecimiento experimentado por un árbol o rodal en un período de tiempo determinado. El período puede ser un día, un mes, un año, una década, etc. Cuando el período es un año, el incremento, llamado *incremento anual corriente*, es la diferencia entre las dimensiones medidas al comienzo y al final de un año de crecimiento. Ya que se dificulta la medición de algunas características, tal como el volumen para un solo año, el incremento anual promedio para un período de años, llamado *incremento anual periódica* es frecuentemente usado en lugar del incremento anual corriente; este se logra por la obtención de la diferencia entre las dimensiones medidas al comienzo y al final del período dividido por el número de años de este. Si la diferencia no se divide por el número de años, este es llamado *incremento periódica*. El *incremento anual promedio*, para cualquier edad, se encuentra dividiendo el tamaño acumulado del árbol o del rodal por la edad de este. Por último, y para tener un significado específico del término crecimiento, éste se debe clasificar de acuerdo con:

- Parámetro o variable considerado,
- Período de tiempo considerado, y
- Porción o parte del rodal considerado.

2.6 Crecimiento en renovales de Raulí y Roble

El área transversal acumulada, conocida como área basal, por unidad de superficie de los fustes a 1,3 m sobre el nivel del suelo, es una medida ampliamente usada de la densidad del rodal.

El área basal por unidad de superficie, es fácil y objetivamente medida, y su valor depende del número de árboles y sus respectivos tamaños. El crecimiento en área basal puede ser estimada a partir de mediciones periódicas del DAP.

La situación actual de los renovales corresponde mayoritariamente a bosques de entre 40 y 80 años dominados por las especies del género *Nothofagus*. La participación de especies tolerantes es escasa y se desarrollan bajo el dosel formando un segundo estrato. Por ejemplo, en un bosque de segundo crecimiento en el área de Neltume, se detectó que las especies del género *Nothofagus* dominan el 95,8% del sitio en términos de área basal, dejando solo el 4,2% restante a las especies tolerantes Tapa y Trevo. Estas se desarrollan en un estrato entre los 5 y 20 m de altura, mientras que los *Nothofagus* lo hacen principalmente entre 20 y 30 m (Grosse y Quiroz, 1999).

En cuanto a los crecimientos diametrales en Roble y Raulí son similares, con una leve ganancia de Roble, los que para efectos de manejo pueden considerarse como similares. Además, existe un crecimiento neto en área basal de 1,14 m²/ha/año el que correspondería aproximadamente en un 75% al dosel superior.

Las áreas basales observadas en renovales de Raulí-Roble, varían en un rango que va entre 30 a 60 m²/ha aproximadamente, dependiendo de la edad y del lugar. Los crecimientos medios se estiman entre 0,8 y 1,6 m²/ha (INFOR-CONAF, 1997).

Para el sector de Jauja, y con una edad promedio de 40 años, el Raulí alcanza, en promedio, un área basal de 31,8 m², con una participación del 67,8%, mientras que Roble alcanza un área basal de 11 m² con 23,5% de participación y Otras especies 4,1 m² lo que corresponde al 8,7% restante (Puente *et al.*, 1981).

2.7 Efectos del raleo

Existe evidencia empírica de experimentos de raleo que indican que para muchas especies comercialmente importantes, el crecimiento en altura no es mayormente afectado por la manipulación de la densidad del rodal, como si lo es para el crecimiento en área basal.

Además, experimentos de espaciamiento y raleo han mostrado de forma consistente incrementos en el crecimiento del diámetro a la altura del pecho (DAP) con el decrecimiento de la densidad del rodal. También, en rodales donde la competencia ha causado una reducción en el crecimiento en diámetro, comparado con árboles que crecen en espacios abiertos, la respuesta al aumento del espacio de crecimiento resultante del raleo varía con las especies, edades y calidades del sitio. Árboles más viejos con sus copas muy reducidas, no responden tanto como los árboles más jóvenes

de tamaños fustales similares, y árboles dominantes que han sido relativamente poco afectados por la competencia responden menos a los aumentos del espacio de crecimiento, en términos de tasas de crecimiento en diámetro, que los árboles pequeños del mismo rodal. Como el caso de la altura media del rodal, el diámetro medio del rodal puede ser afectado por el raleo, dependiendo del método empleado (Clutter *et al.*, 1983).

2.8 Función de probabilidad de densidad

La función de probabilidad de densidad (f.d.p.) es usada para describir la distribución de frecuencia relativa y/o absoluta de los distintos tamaños de los árboles (Prodan *et al.*, 1997).

Además, la f.d.p. caracteriza la distribución diamétrica y permite su predicción a partir de parámetros del rodal, mediante el método de recuperación de parámetros. La distribución de frecuencias es representada por una función matemática, cuyos coeficientes sean posibles de proyectarlos a través del tiempo empleando como variables independientes parámetros del rodal como edad, índice de sitio, altura dominante y número de árboles.

Para la diversidad de formas de distribución que se presentan en los bosques se ha probado una serie de funciones para el ajuste de la distribución diamétrica, entre las cuales se cuentan la normal, la exponencial, binomial, Poisson, Charlier, series de Fournier, normal logarítmica, SB de Johnson, Pearl Reed, Schiffel, Gamma, Beta y Weibull, como las principales. Sin embargo, las de mayor importancia en el área forestal son la función exponencial, SB de Johnson, Beta y Weibull (Prodan *et al.* 1997).

2.9 Función de Weibull

En el área forestal, la función de Weibull (1) ha sido una de las más utilizadas en el modelamiento de distribuciones diamétricas por tener un alto grado de flexibilidad, en cuanto a sesgo y curtosis, y puede asumir una amplia variedad de formas dependiendo de los valores del parámetro c . Se puede utilizar en su forma original de 3 parámetros presentando en su estructura un parámetro que define la forma de la distribución (c), otro la escala (b) y un parámetro de localización (a) que representa el diámetro menor.

$$f(DBH_i) = \left[e^{-\left(\frac{DBH_i - a}{b}\right)^c} \right] * \left[\left(\frac{c}{b}\right) * \left(\frac{DBH_i - a}{b}\right)^{c-1} \right] \quad (1)$$

Dónde:

- DBH_i = punto medio de la i -ésima clase diamétrica;
- a = parámetro de localización;
- b = parámetro de escala;
- c = parámetro de forma.

Como se mencionó anteriormente el modelo es muy flexible y puede asumir una amplia variedad de formas, dependiendo de los valores que asuman los parámetros de la distribución. Es así como para valores de "c" menores a 1, el resultado es una curva del tipo j-inversa; si es igual a 1 el resultado es una distribución exponencial negativa; para valores entre 1 y 3,6 la curva toma una forma acampanada presentando un sesgo positivo, el modelo se aproxima a la curva normal si el parámetro "c" se aproxima a 3,6 y sobre este valor la forma toma un sesgo hacia la derecha. En la figura 1 se puede apreciar las distintas formas que asume la función.

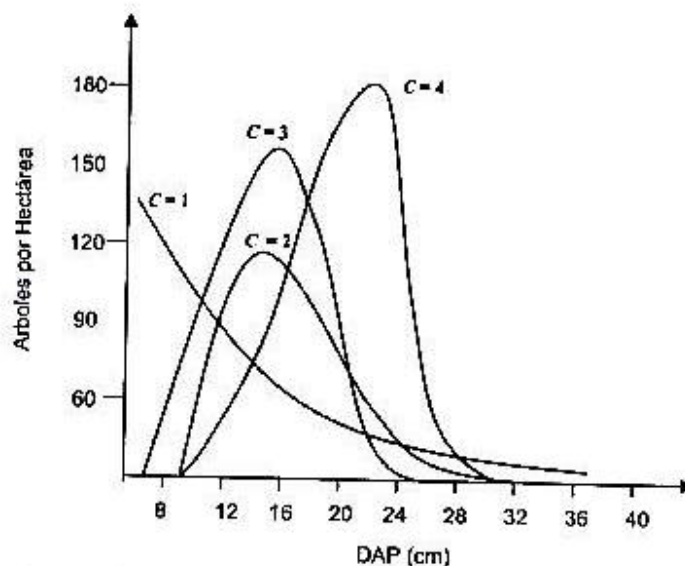


Figura 1. Distribuciones diamétricas de la función de probabilidad de densidad de Weibull.

Lo
s
tra
ba
j
os
de
inv
est
iga
ció
n
rea
liz
ad
os
co
n
la
fun
ció
n

de Weibull en Chile y que han sido publicados, son de un número reducido, pero su aplicación es mucho mayor, especialmente en actualizadores de inventarios y simuladores de crecimiento¹. Al respecto se puede señalar a Vergara (1982), que caracterizó distribuciones diamétricas en renovales no intervenidos de Raulí (*Nothofagus alpina*), a través de esta función. El objetivo central fue implementar un simulador que generara distribuciones de frecuencias diametrales (Cano, 1984).

La estimación de los parámetros de la función de probabilidad de densidad, para efectuar proyecciones de acuerdo a los cambios de estructura que sufra el rodal, se puede realizar a través de la aplicación de técnicas alternativas: Método de los momentos y método de máxima verosimilitud. En este trabajo el método utilizado será el Método de los momentos.

¹ Comunicación personal de Alicia Ortega, 2004.

3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1 Material

3.1.1 Área de estudio

Para la realización de este trabajo se obtuvo información registrada de los ensayos experimentales de raleo en renovales no alterados de las especies Roble-Raulí-Coihue, ubicados en las Provincias de Cautín, Valdivia y Malleco, como parte del Proyecto CONAF/PNUD/FAO denominado: "Estudio de raleo y otras técnicas para el manejo de renovales de Raulí y Roble". Específicamente, para este trabajo se utilizó la información obtenida del ensayo establecido en la Provincia de Malleco, en el sector Plazuela de la Hacienda Jauja (Puente *et al*, 1980).

Esta Hacienda se encuentra ubicada en la Precordillera de la Provincia de Malleco IX Región de Chile, a unos 70 km al este de la ciudad de Collipulli. La Hacienda Jauja, actualmente es propiedad de la Empresa Forestal Mininco S.A.

En la IX Región, Provincia de Malleco, 204.045,7 ha pertenecen al Tipo Forestal Roble –Raulí-Coihue, de las cuales 76.764,2 ha corresponden a renovales del Subtipo Roble-Raulí-Coihue, 12.764,2 a renovales del Subtipo Coihue y 89.094,3 a renovales de Roble (CONAF-CONAMA, 1999).

La superficie de la Hacienda Jauja es de 9.082 ha, la cual posee 3.481,2 ha de plantaciones con *Pinus radiata*, 962,5 ha con plantaciones de *Eucalyptus* sp. y 2.805,1 ha corresponden a bosque nativo comercial, constituido principalmente por renovales de Roble y Raulí (Agüero, 2002).

La Hacienda cuenta con una estación meteorológica, la cual registra que las precipitaciones medias alcanzan los 2.465,4 mm/año. Además, las temperaturas media anual, media máxima y media mínima alcanzan los 11,6, 19,3, y 4,4°C respectivamente, con una humedad relativa del 58,2%. Respecto a la clasificación de climas (desarrollado por Köppen), el área de estudio se encuentra en el límite inferior del clima de hielo por efecto de la altura, caracterizado por presentar abundantes precipitaciones durante el año, concentradas en los meses de invierno y en forma nival, según la altura.

En cuanto a los suelos, son del tipo trumao, formados por cenizas volcánicas modernas, y pertenecen a la serie Santa Bárbara con texturas moderadamente livianas, son suelos profundos y alto contenido de materia orgánica, de estructura granular, buen drenaje y capacidad de retención de agua, pH de 5 a 6, y una fertilidad media a baja, con alto poder de fijación de fósforo (Agüero, 2002).

3.1.2 Descripción general del ensayo experimental

El ensayo establecido en Jauja cubre una superficie de 6,5 ha, y se encuentra entre los 700 y 800 msnm con una exposición preferente hacia el noroeste. Las pendientes medias de las parcelas están entre 5 y 32°.

El rodal corresponde a un renoval del tipo Roble-Raulí con una edad promedio de 40 años, al año de instalación del ensayo (1980). Las edades límites medias son de 14 y 55 años. Todas las parcelas originales tenían un área basal superior a 40 m²/ha.

En el Cuadro 1 se presenta en forma resumida los antecedentes originales de las 15 parcelas de 1/5 ha de Jauja, antes del raleo (año 1980).

Cuadro 1. Antecedentes originales de cada parcela de ensayo en Jauja, Malleco (antes de la intervención).

Parc	Raulí		Roble		Total		Tipo renoval	Rango edad
	N	G	N	G	N	G		
1	1815	26.8	805	21.6	2620	48.4	Ra-Ro	40.4
2	815	13.7	1450	30.2	2265	43.9	Ra-Ro	41.4
3	1325	23.8	805	21.8	2130	45.6	Ra-Ro	39.3
4	625	16.4	1280	27.6	1905	44.0	Ra-Ro	38.9
5	1110	28.4	720	18.8	1830	47.2	Ra-Ro	41.6
6	1556	38.9	55	2.0	1611	40.9	Raulí	42.3
7	1500	46.4	10	0.6	1510	47.0	Raulí	37.4
8	1525	42.0	0	0	1525	42.0	Raulí	39.9
9	1105	31.8	0	0	1105	31.8	Raulí	36.9
10	1425	38.1	5	0.3	1430	38.4	Raulí	41.0
11	1775	38.5	20	1.2	1795	39.7	Raulí	41.0
12	2445	36.4	440	8.2	2885	44.6	Raulí	39.8
13	620	18.0	1050	27.0	1670	45.0	Ra-Ro	41.4
14	1000	24.0	525	18.4	1525	45.1	Ra-Ro	34.3
15	1300	36.7	260	6.8	1560	43.5	Raulí	39.4

Las unidades experimentales corresponden a 15 parcelas rectangulares con una superficie de 2.000 m² (40x50 m). Cada parcela incluye 4 subparcelas de 500 m² (20x25 m), asignadas con las letras A, B, C y D (Figura 2).

Las parcelas, al cabo de un año fueron intervenidas mediante un raleo por lo bajo con criterio silvicultural de mantener niveles fijos de área basal residual en los árboles del dosel superior con mejores características maderables. La asignación aleatoria de las parcelas a cada tratamiento se muestra en el Cuadro 2.

En todos los raleos se eliminaron prácticamente todos los árboles del dosel inferior aun cuando en los raleos muy suaves permanecen unos pocos árboles de este dosel. El dosel superior contiene la mayor parte del área basal remanente (Puente *et al.*, 1981).

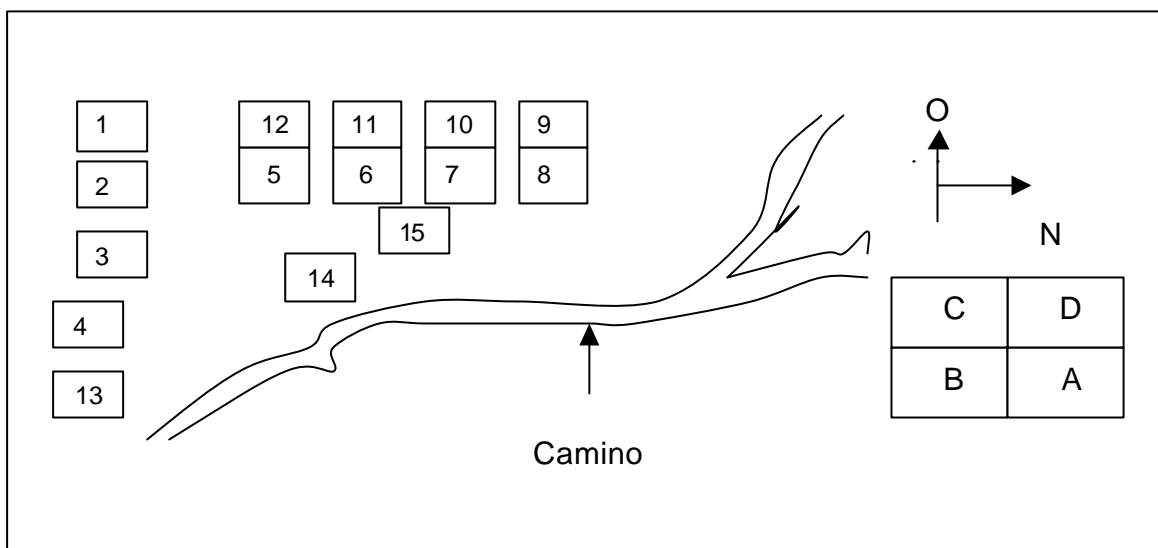


Figura 2. Distribución de las parcelas y de las subparcelas (recuadro inferior) en el área de ensayo de Jauja.

El raleo fue realizado seis a siete meses después de las mediciones originales, por esto las parcelas testigos fueron evaluadas en dos oportunidades observándose una variación del 5% en promedio para el área basal. Por lo tanto, la segunda medición debe considerarse como la básica para comparaciones.

Cuadro 2. Asignación de tratamientos de raleo a cada una de las parcelas del ensayo experimental de Jauja.

	TRATAMIENTO*				
	10 m ² /ha Área basal residual (T1)	20 m ² /ha Área basal residual (T2)	30 m ² /ha Área basal residual (T3)	40 m ² /ha Área basal residual (T4)	Testigo (T5)
PARCELA	2	1	6	7	5
	4	3	10	8	9
	13	14	15	11	12

* Cada tratamiento corresponde a raleos de 10, 20, 30 y 40 m²/ha de área basal residual, más el testigo.

Después de realizar las primeras dos mediciones antes y después del raleo, se realizaron nuevas mediciones en el ensayo con el fin de evaluar las respuestas del rodal a las distintas intervenciones. Las actividades y las fechas en que se realizaron las intervenciones se pueden observar en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Mediciones realizadas en el ensayo de jauja desde su instalación.

MES	AÑO	ACTIVIDAD
ABRIL-JULIO	1980	Instalación del ensayo 1ª medición y obtención de alturas y edades en una submuestra de 16 árboles por parcela.
ENERO	1981	Operación de raleo 2ª medición y numeración de todos los árboles mayores a 5 cm de DAP.
ABRIL-JUNIO	1983	3ª medición y obtención de alturas en una submuestra de árboles en cada parcela.
MAYO	1988	4ª medición y obtención de alturas en una submuestra de árboles en cada parcela.
AGOSTO	1991	5ª medición y obtención de alturas en una submuestra de árboles en cada parcela.
FEBRERO-MARZO	2000	6ª medición y obtención de alturas en una submuestra de árboles en cada parcela. Incorporación de árboles nuevos, sobre 5 cm de DAP.

3.1.3 Características del área de ensayo antes de la intervención

El renoval del área de estudio está compuesto por las especies Raulí, Roble, principalmente, y otras (tolerantes) representando un 67.8, 23,4 y 8,7% del área basal respectivamente. Sin embargo, la especie Raulí alcanza los 31,8 m²/ha en promedio considerando todo el ensayo.

Todas las parcelas originalmente presentan un área basal total superior a los 40 m²/ha. Además, presentan una edad promedio a la altura del pecho de 40 años, con una distribución del tipo normal.

El origen de las especies arbóreas, presentes en el área de estudio, corresponde a una combinación de regeneración por semillas y vegetativa por tocón. También, la mayor frecuencia de árboles está en las clases diamétricas menores a 15 cm de DAP.

Los árboles que constituyen el dosel superior presentan una distribución diamétrica de tipo normal y la altura media de los rodales está entre los 20 y 25 m.

Por último el crecimiento medio anual en diámetro, de los últimos 10 años, es del orden de los 0.4 cm/año (Puente *et al.*, 1981).

3.1.4 Características del área de ensayo después del raleo

Los Testigos contienen entre 1.575 y 2.350 árboles por hectárea, con un diámetro medio de 18 cm, lo que significa un área basal entre 45 y 51 m²/ha. El Raulí participa con 62% o más en el área basal, mientras que en dosel superior lo hace en más del 80%.

El raleo más suave, esto es, dejando aproximadamente 40 m²/ha de área basal, reduce el número de árboles hasta niveles entre 1.000 y 1.600 árb/ha, afectando fuertemente el dosel inferior y levemente el intermedio.

El resultado puede definirse como un raleo por lo bajo demasiado leve y probablemente sin mayor efecto sobre el desarrollo del dosel superior.

El raleo a 30 m²/ha y los siguientes constituyeron verdaderos aclareos, afectando en menor o mayor medida al dosel superior. Este raleo afecta fuertemente los doseles intermedio e inferior y, levemente, al dosel superior. Permanecen entre 665 y 770 árboles por hectárea, y más del 95% del área basal corresponde al dosel superior.

Cuadro 4. Antecedentes de cada parcela del ensayo después del raleo según especies, en Jauja, Malleco.

Parc	Raulí		Roble		Total		Tratamiento
	N	G	N	G	N	G	
1	345	13.4	175	7.7	520	21.2	20 (T2)
2	130	6.6	105	5.2	235	11.8	10 (T1)
3	275	12.0	230	9.7	505	21.7	20 (T2)
4	90	5.3	115	6.8	205	12.1	10 (T1)
5	1160	30.1	585	19.0	1745	49.1	Testigo (T5)
6	735	27.9	30	2.6	765	30.6	30 (T3)
7	1060	42.3	0	0	1060	42.3	40 (T4)
8	1260	39.8	0	0	1260	39.8	40 (T4)
9	1050	32.5	10	0.3	1060	32.8	Testigo (T5)
10	685	29.6	0	0	685	29.6	30 (T3)
11	1525	37.0	40	2.1	1565	39.1	40 (T4)
12	1635	34.0	315	6.7	1950	40.5	Testigo (T5)
13	125	7.3	110	5.4	235	12.7	10 (T1)
14	310	14.1	155	8.2	465	22.3	20 (T2)
15	535	25.7	130	4.7	665	30.4	30 (T3)

El raleo a 20 m²/ha resultó intenso para este rodal, eliminando completamente el dosel inferior y otras especies que no fuesen Raulí y Roble. Permanecen pocos árboles del dosel intermedio por problemas de distribución de árboles y el dosel superior concentra casi la totalidad del área basal. El raleo significa dejar entre 465 y 505 árboles por hectárea.

El raleo a 10 m²/ha es muy intenso y conduce a dejar entre 205 y 235 árboles en la hectárea, con un diámetro medio superior a 8 cm en relación con los testigos. El distanciamiento es bastante amplio y el raleo significa intervenir fuertemente el dosel superior, eliminando completamente los otros doseles.

Por último, el raleo que mejor se ajustó a las condiciones del bosque original fue aquel que redujo el área basal a 30 m²/ha. En el cuadro 4, se presenta en forma resumida los resultados postraleos generales en las 15 parcelas del área de estudio.

3.1.5 Descripción de la fuente de datos

La información utilizada para este trabajo, en lo referido al ensayo de Jauja se obtuvo de las mediciones 1, 2, 3, 5 y 6, como parte del Proyecto FONDEF D9711065 denominado “Software de planificación de actividades en renovales de Roble-Raulí-Coigüe en la Novena y Décima Región”, ejecutado por la Universidad Austral de Chile. El objetivo principal del proyecto fue obtener una herramienta computacional que permita proyectar de manera confiable rendimientos en volumen por productos para maximizar el beneficio económico en este tipo de bosques. El proyecto requirió información de diferentes ensayos de raleos vigentes, en renovales de Roble-Raulí-Coigüe en las regiones VIII, IX y X, los cuales fueron agrupados en una base de datos denominada ENSAYO.

3.2 Metodología

Para organizar información obtenida de inventarios, en el área forestal es necesario recurrir a Tablas de Rodal. Se entiende por Tabla de Rodal a “un resumen tabular del número de árboles en cada una de varias clases de tamaños, definido habitualmente por el diámetro, pero que también podría categorizarse por altura” (Andenmatten, 1999).

Con los datos obtenidos de la base de datos ENSAYO, se elaborarán las tablas de rodal para la realización de este trabajo. El análisis de las tablas de rodal, conlleva a determinar la composición y estructura de un rodal en un momento del tiempo determinado. En lo que concierne a este trabajo se describirán las estructuras en varios momentos en el tiempo (distintas mediciones) del bosque mediante el análisis de variables de rodal tales como diámetro medio, área basal, densidad. En el cuadro 3, se encuentran detallados los años en que se realizó cada una de las mediciones.

Para el análisis de las distribuciones diamétricas se evaluará la forma en que varían a través del tiempo, como respuesta a los distintos tratamientos aplicados en el ensayo. Además, con los parámetros de la distribución de Weibull, que fueron obtenidos de los valores observados en cada parcela, en los distintos intervalos de tiempo en que se efectuaron las mediciones, se analizará en que forma estos pueden relacionarse a los cambios en las estructuras diamétricas de los rodales, mediante el análisis de estos parámetros.

Se utilizará el método de los momentos en la estimación de los parámetros de la función de Weibull para cada tratamiento y mediciones realizadas en los distintos períodos.

3.2.1 Método de los momentos

Shifley y Lentz (1985) proponen que mediante el método de los momentos, los parámetros de escala y forma de la función de Weibull, pueden ser determinados directamente desde la media y la varianza de un ejercicio. La razón de la media sobre la desviación estándar de un ejercicio, revela inmediatamente la forma aproximada de la distribución. Con la ayuda de dos tablas especiales presentadas, los valores de los parámetros pueden ser rápidamente calculados manualmente. El parámetro de localización de Weibull puede ser estimado usando una de las varias técnicas discutidas. Un ejemplo de cómo obtener los parámetros de la función de Weibull, mediante el método de los momentos, es presentado en el Apéndice 5.

Por último, como el objetivo es evaluar el comportamiento de algunas variables a través del tiempo, como área basal y densidad, incluyendo las respuestas a los distintos tipos de tratamientos silviculturales, hace muy interesante que el análisis descriptivo que será utilizado en este trabajo, sirva o contribuya a que los planificadores forestales en el futuro puedan apoyarse de estos análisis en forma confiable. Lo anterior, debido a que se basa su análisis en un análisis estadístico de relaciones funcionales de varios aspectos del crecimiento, composición, densidad, distribución espacial, diámetro promedio, edad, área basal, distribución diamétrica y número de árboles.

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Análisis del efecto del raleo en la distribución diamétrica en los diferentes tratamientos

De acuerdo a los distintos tratamientos que fueron efectuados en el ensayo realizado en Jauja, y según se presentan en el cuadro 2, es posible observar claramente la condición que presenta cada uno de los tratamientos antes y después del raleo.

Para realizar un adecuado análisis descriptivo de las diferentes situaciones, primero se organizó la base de datos proporcionada con la información correspondiente a cada una de las 15 parcelas involucradas en el ensayo, distribuidas uniformemente en 5 repeticiones o tratamientos (3 parcelas por tratamiento). Posteriormente, se generaron las tablas de rodal para cada parcela y luego se obtuvo una tabla de rodal representativa para el tratamiento², en ambos casos se generan tablas de rodal para cada una de las mediciones realizadas en el tiempo, como se muestra en el cuadro 3.

Como se puede observar en el cuadro 1, según los antecedentes originales para cada parcela, antes del raleo, el área basal total promedio era de 43,15 m²/ha, siendo la parcela 1 la que presenta la mayor área basal y la parcela 9 la menor, con 48,4 m²/ha y 31,8 m²/ha respectivamente. La participación por especie es dominada principalmente por Raulí con un 71,05% del total y Roble solo el 28,95%, lo que representa 30,66 m²/ha de área basal y 12,49 m²/ha respectivamente.

Con respecto al número de árboles por hectárea, la densidad total promedio para el ensayo era de 1824 arb/ha, en donde la parcela 12 es la que presenta el mayor número de individuos y la parcela 9 el menor (al igual que en área basal), con 2885 arb/ha y 1105 arb/ha respectivamente. En relación a la participación por especie, es casi proporcional a la de área basal, ya que el Raulí participa con 72,86% y Roble con 27,14%, lo que equivale a 1329 arb/ha y 495 arb/ha respectivamente.

Posterior a la intervención, realizada al año siguiente de establecido el ensayo, las características en cuanto a la estructura de cada una de las parcelas fueron afectadas en mayor o menor grado de acuerdo al tratamiento que fueron sometidas, según el cuadro 3.

De esta manera el área basal total promedio se redujo a 29,06 m²/ha, en donde las parcelas pertenecientes al tratamiento en que se mantuvo la estructura sin intervención (testigo) contienen la mayor participación del área basal del ensayo, debido a que en el tratamiento más severo el área basal se redujo a los 12 m²/ha. Sin embargo, la especie dominante sigue siendo Raulí con una participación del 82% y Roble solo un 18%. La razón de lo anterior es que los raleos fueron dirigidos de manera de no afectar a los individuos de raulí presentes en cada una de las parcelas, y en general correspondieron a raleos por lo bajo, de manera de favorecer o potenciar el crecimiento en los individuos ya establecidos en el sitio, tendiente a liberarlos y permitir su desarrollo.

² Ver en apéndice 1, las tablas de rodal para cada parcela por tratamiento y medición.

Con respecto al número de árboles por hectárea, se redujo a 861 individuos por hectárea, lo cual indica que el raleo afecto a las clases diamétricas menores en donde se concentran las mayores densidades o número de árboles. La participación por especie también favorece a Raulí con un 84,55% y roble solo un 15,45%.

4.2 Análisis gráfico de las distribuciones diamétricas pre y post-raleo

Al observar en forma gráfica las distribuciones diamétricas, se puede apreciar como fueron afectadas de acuerdo a los distintos tratamientos, figura 3 y 4³.

Al analizar cada una de las situaciones, tenemos que para el tratamiento 1, el cual es el de mayor intensidad dejando solo un área basal del orden de los 12,194 m²/ha⁴, este afecta de manera muy significativa la estructura y distribución diamétrica del rodal, disminuyendo el rango de distribución, ya que fueron completamente eliminadas las clases diamétricas inferiores y comenzando el rango de distribución desde la clase 17-20, quedando los individuos con una distribución diamétrica normal después del raleo (Med2/DR-1981), siendo originalmente una distribución de J-inversa.

El Tratamiento 2, que deja un área basal residual de 21,729 m²/ha⁵, también afecta significativamente la estructura y distribución diamétrica del rodal, disminuyendo el rango de distribución de las clases diamétricas, aunque se puede evidenciar que a diferencia del tratamiento anterior este rango abarca dos clases diamétricas menores que este. Sin embargo, la diferencia entre estos tratamientos, es que si bien afectan significativamente la estructura y distribución del rodal, el tratamiento 2 mantiene un mayor número de individuos, con una distribución normal.

El Tratamiento 3, es de menor intensidad debido a que reduce el área basal a 30,212 m²/ha⁶, disminuyendo el rango de distribución, afectando las clases menores, lo que resulta es una distribución con tendencia normal desplazada hacia la izquierda. Este tratamiento al igual que el anterior, como es afectado en menor intensidad, mantiene un mayor número de individuos.

El tratamiento 4, es de menor intensidad que los anteriores ya que solamente reduce el área basal a 40,400 m²/ha⁷, y de esta manera permite mantener una estructura similar a la original, con una distribución de sus individuos con tendencia a una curva del tipo J-inversa, conservando al igual que la estructura original, una distribución de sus individuos en todas las clases diamétricas.

El Tratamiento 5, corresponde a los rodales no intervenidos manteniendo su estructura y distribución original. Sin embargo, la variación que ocurre entre las mediciones 1 y 2⁸, en relación al número de individuos, es debido a la mortalidad ocurrida en los rodales no intervenidos.

³ En apéndice 2 Tablas de rodal promedio para cada tratamiento

⁴ Área basal original del tratamiento 1 : 44,250 m²/ha

⁵ Área basal original del tratamiento 2 : 43,777 m²/ha

⁶ Área basal original del tratamiento 3 : 40,857 m²/ha

⁷ Área basal original del tratamiento 4 : 42,841 m²/ha

⁸ Medición 1 (1980); Medición 2 (1981)

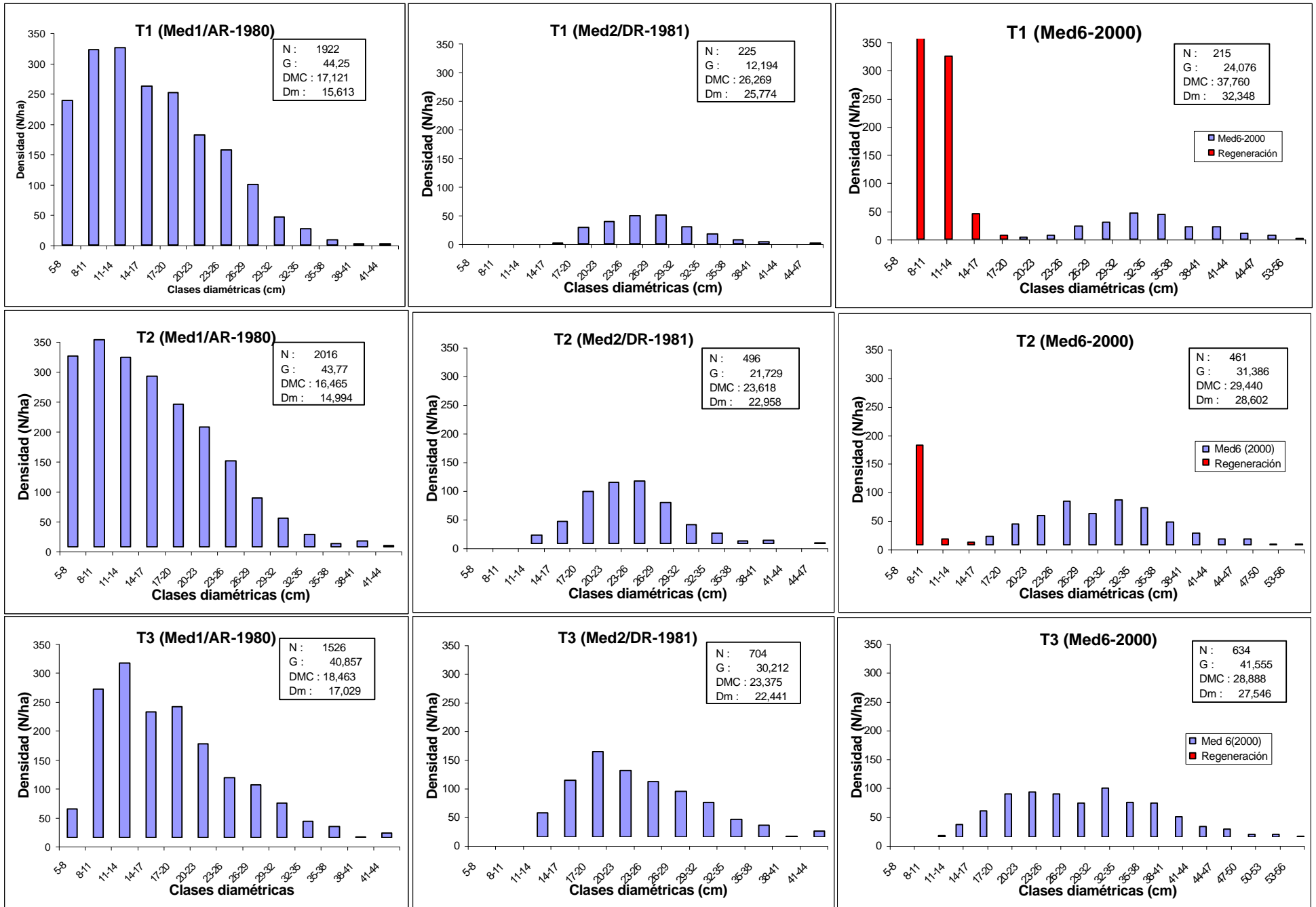


Figura 3. Distribuciones diamétricas de los tratamientos 1, 2 y 3, para las mediciones 1, 2 y 6 (año 1980, 1981 y 2000, respectivamente). También se presentan algunos estadígrafos.

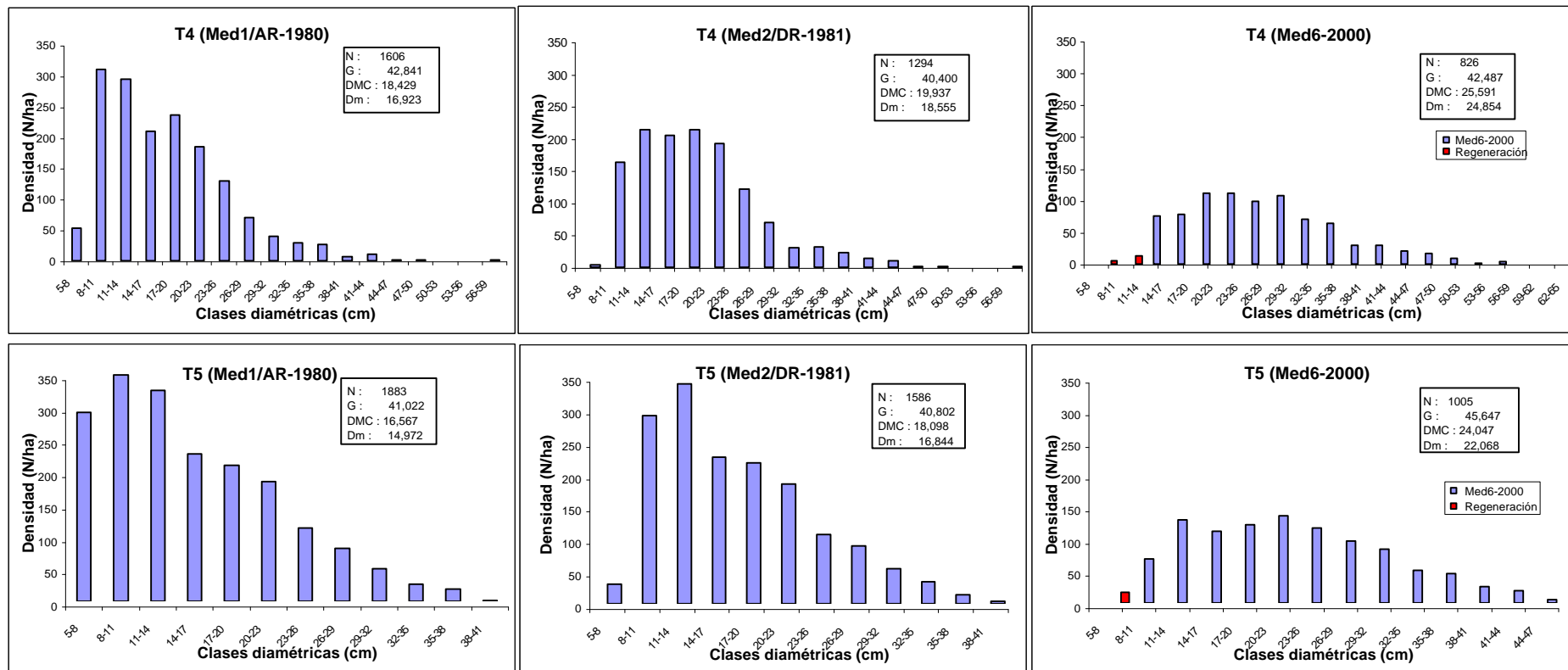


Figura 4. Distribuciones diamétricas de los tratamientos 4 y 5, para las mediciones 1, 2 y 6 (año 1980, 1981 y 2000, respectivamente). También se presentan algunos estadígrafos.

4.3 Análisis gráfico de las distribuciones diamétricas y su variación en el tiempo

El siguiente análisis permite apreciar lo que ocurre a través del tiempo, con los distintos tratamientos efectuados en el ensayo de Jauja, para ello se presenta en la figura 5 y 6 los gráficos que ilustran cada una de las situaciones.

4.3.1 Efecto sobre estructura y distribución diamétrica

Al observar lo que ocurre con el Tratamiento 1, podemos ver que la distribución de los individuos se mantiene unimodal hasta la medición 5⁹, con tendencia a una curva normal, concentrándose en algunas clases diamétricas, disminuyendo así el rango diamétrico como se mencionaba anteriormente. Posteriormente, en la medición 6¹⁰ el tratamiento presenta una distribución bimodal, producto de la regeneración que ocupa ahora el área, lo que produce una distribución del tipo J-inversa y otra del tipo normal.

En el Tratamiento 2 ocurre prácticamente lo mismo, es decir, se mantiene una distribución normal unimodal hasta la medición 5. Cabe señalar, que debido a la intensidad del tratamiento, este permite prolongar el rango de distribución diamétrica en una o dos clases, a diferencia del tratamiento anterior. Sin embargo, en la medición 6 ocurre lo mismo que en el tratamiento anterior, aunque no tan marcada la distribución bimodal, pero si se puede apreciar que el rango diamétrico se encuentra bastante prolongado. Por último, al igual que el tratamiento 1, la estructura se ve afectada debido a la regeneración que ocupa el área, aunque en menor cantidad en el tratamiento 2.

Con respecto al Tratamiento 3, este mantiene a través del tiempo una distribución unimodal con tendencia a una curva normal. Además, se puede apreciar como el rango diamétrico se extiende hacia las clases diamétricas mayores en las mediciones 5 y 6, principalmente en esta última. Con relación a la estructura, se mantiene más o menos similar a través del tiempo, aunque en la medición 5 y 6, producto del desplazamiento de las clases diamétricas, ésta presenta algunos individuos de mayor envergadura.

El Tratamiento 4 también presenta una distribución unimodal, con tendencia a una curva normal desplazada hacia la izquierda, en donde el rango diamétrico se mantiene a través del tiempo, y en las mediciones 5 y 6, este se extiende producto del aumento en tamaño de los individuos en las clases mayores.

Por último, el Tratamiento 5 que no es intervenido, al igual que el tratamiento 4 mantiene una distribución unimodal con tendencia hacia una curva normal desplazada hacia la izquierda, en donde el rango diamétrico también se extiende en las clases mayores.

⁹ Medición 5 (1991)

¹⁰ Medición 6 (2000)

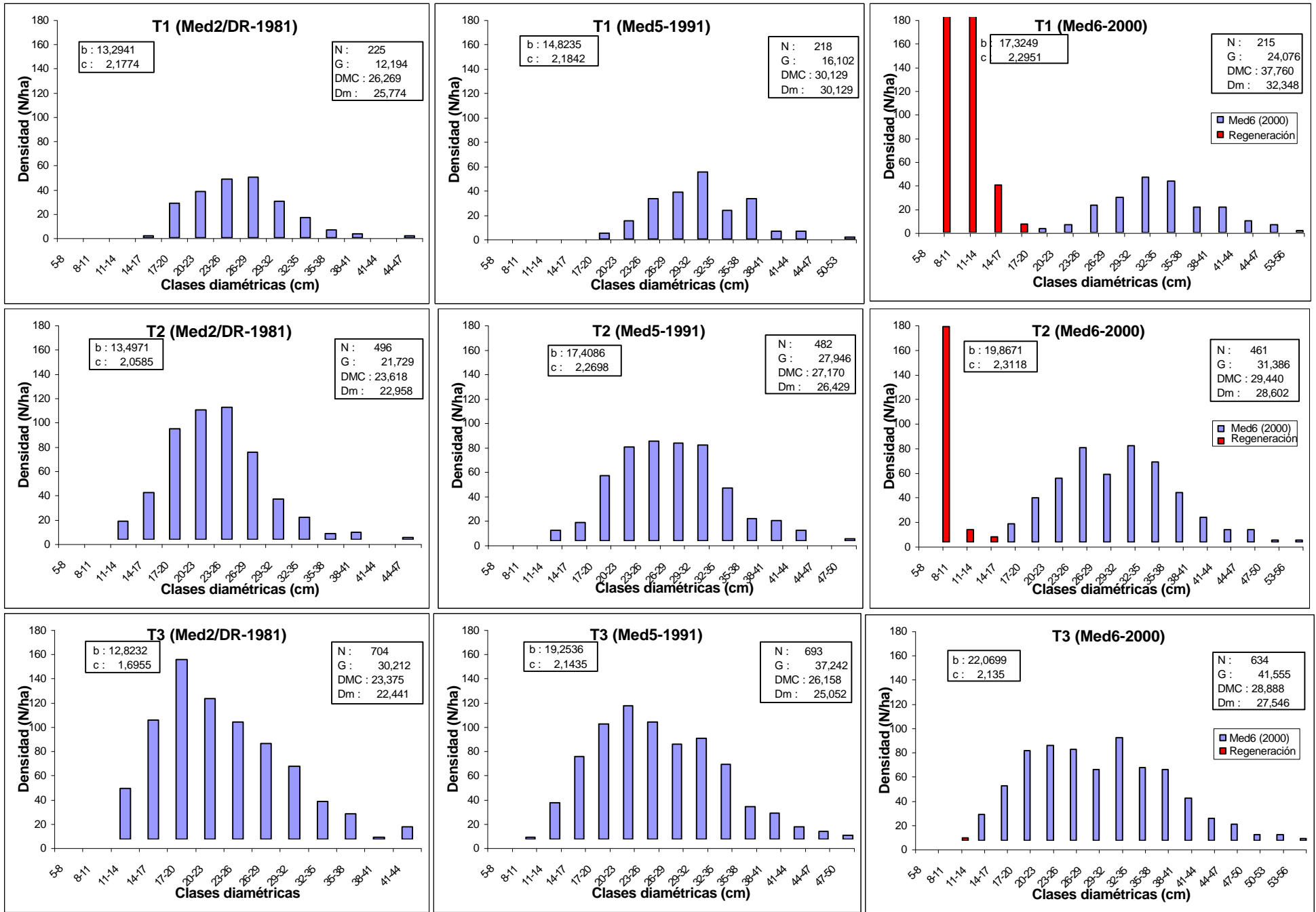


Figura 5. Distribuciones diamétricas de los tratamientos 1, 2 y 3, para las mediciones 2, 5 y 6 (año 1981, 1991 y 2000, respectivamente). También se presentan algunos estadígrafos y los parámetros de la función de Weibull.

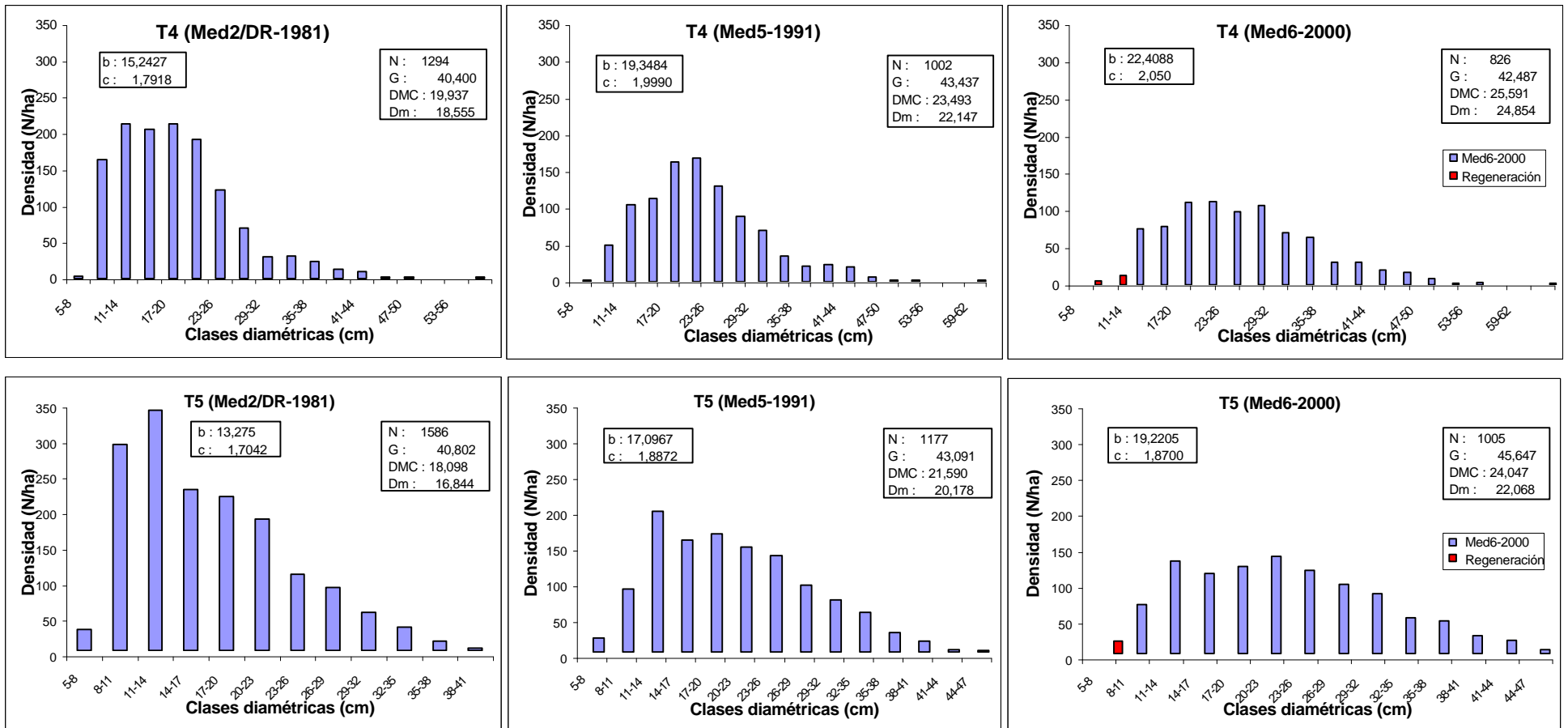


Figura 6. Distribuciones diamétricas de los tratamientos 4 y 5, para las mediciones 2, 5 y 6 (año 1981, 1991 y 2000, respectivamente). También se presentan algunos estadígrafos y los parámetros de la función de Weibull.

4.3.2 Efecto sobre el Área basal y DMC

El cuadro 5, muestra el comportamiento o la respuesta del área basal, de acuerdo a cada tratamiento. De esta manera, se puede apreciar como el Tratamiento 1 produce el mayor aumento en área basal, en relación al área basal entre periodos¹¹ respecto al área basal que presentaba el tratamiento en la medición 2 (1981). Los Tratamientos 2 y 3, presentan en general un aumento similar, mientras que el Tratamiento 4 es el que genera los menores aumentos, en relación a los intervenidos.

Cuadro 5. Aumento del área basal (m²/ha) entre mediciones (%).

Tratamiento	Periodo 1	Periodo 2	Imarb ¹²
T1 (10 m ² /ha)	32	97	0.3507
T2 (20 m ² /ha)	29	44	0.2906
T3 (30 m ² /ha)	23	38	0.2546
T4 (40 m ² /ha)	8	5	0.2123
T5 (Testigo)	6	12	0.182

En el cuadro anterior también es posible apreciar que los incrementos por árbol son mayores en el tratamiento 1, principalmente como respuesta a la fuerte reducción en cuanto a número de árboles en el rodal que afecta a este tratamiento, e infiriendo que las características de intolerante y semitolerante de Roble y Raulí, respectivamente, generan estos mayores incrementos individuales. En general, los incrementos para los tratamientos restantes, no varían significativamente entre sí, sin embargo disminuyen en forma gradual de acuerdo al nivel de extracción de cada tratamiento. De esta manera, el tratamiento 5, es el que presenta los menores incrementos individuales, debido a que este tratamiento posee una alta densidad de individuos ocupando el sitio, generando una alta competencia y baja tasa de crecimiento en el periodo.

Por último, lo analizado anteriormente puede ser complementado con el DMC, que se muestra en las figuras 5 y 6¹³, el cual es mayor para el tratamiento 1, aumentando 11.5 cm, al final del período 2. Para los demás tratamientos el DMC presenta crecimientos similares, en promedio, de 5.7 cm.

4.3.3 Efecto sobre la Densidad

El efecto sobre la densidad de los distintos tratamientos se puede observar en el cuadro 6, en donde se aprecia claramente que la densidad disminuye en relación directa con el nivel de área basal residual que implica cada uno de los tratamientos. Es así como, los tratamientos 1 2 y 3 en los cuales la intensidad del raleo fue mayor no existe una mortalidad significativa. Sin embargo, en los tratamientos 4 y 5 es muy significativa para ambos periodos, especialmente en el tratamiento 5 sin intervención, en donde la densidad disminuye un 37% en el periodo 2. Lo anterior es explicado en parte por la

¹¹ Periodo 1 (1981-1991); Periodo 2 (1981-2000).

¹² Incremento medio por árbol (cm/año), entre 1981-2000.

¹³ DMC por tratamiento para Med6-2000.

alta densidad que existe en el tratamiento en la medición 2 (1981), la cual es de 1586 arb/ha, y a que son individuos de grandes envergaduras, por lo que se produce una competencia intra e interespecífica, quedando individuos suprimidos que con el tiempo van muriendo.

Cuadro 6. Mortalidad de individuos entre períodos (Narb/ha).

Tratamiento	NI	Periodo 1	Periodo 2
T1 (10 m ² /ha)	225	7	10
T2 (20 m ² /ha)	496	14	35
T3 (30 m ² /ha)	704	11	70
T4 (40 m ² /ha)	1294	292	468
T5 (Testigo)	1586	409	581

*NI: Número inicial promedio por tratamiento, después del raleo (1981).

4.3.4 Efecto sobre los incrementos

En relación a los incrementos medios anuales individuales para cada tratamiento, estos se presentan tabulados en el cuadro 7. Así, se observa que los individuos del Tratamiento 1, son los que obtienen mayores incrementos, disminuyendo estos en forma gradual. De esta manera, como se mencionaba anteriormente la respuesta o el comportamiento del área basal para cada tratamiento, esta directamente relacionada con los incrementos obtenidos de cada Tratamiento.

Cuadro 7. Incremento medio anual (cm/año) individual por Tratamiento.

Tratam	Parcela	IMA sp1	n sp1	IMA sp2	n sp2	N	IMA ponderado	IMA Tratam
1	2	0.325	24	0.382	18	42	0.348	0.3507
	4	0.338	17	0.333	21	38	0.335	
	13	0.386	25	0.349	21	46	0.369	
2	1	0.261	65	0.219	32	97	0.249	0.2906
	3	0.278	51	0.246	39	90	0.264	
	14	0.354	61	0.370	27	88	0.359	
3	6	0.232	129	0.360	6	135	0.238	0.2546
	10	0.264	116	0	0	116	0.264	
	15	0.261	97	0.269	22	119	0.262	
4	7	0.225	151	0	0	151	0.225	0.2123
	8	0.227	151	0	0	151	0.227	
	11	0.183	170	0.221	7	177	0.185	
5	5	0.172	124	0.203	58	182	0.182	0.1821
	9	0.233	118	0.531	1	119	0.236	
	12	0.126	101	0.144	37	238	0.129	

Por último, los incrementos también se pueden apreciar en forma gráfica, en la figura 7, en donde claramente observamos que las curvas para cada Tratamiento disminuyen su pendiente, lo cual está directamente relacionado con el nivel de extracción de área basal

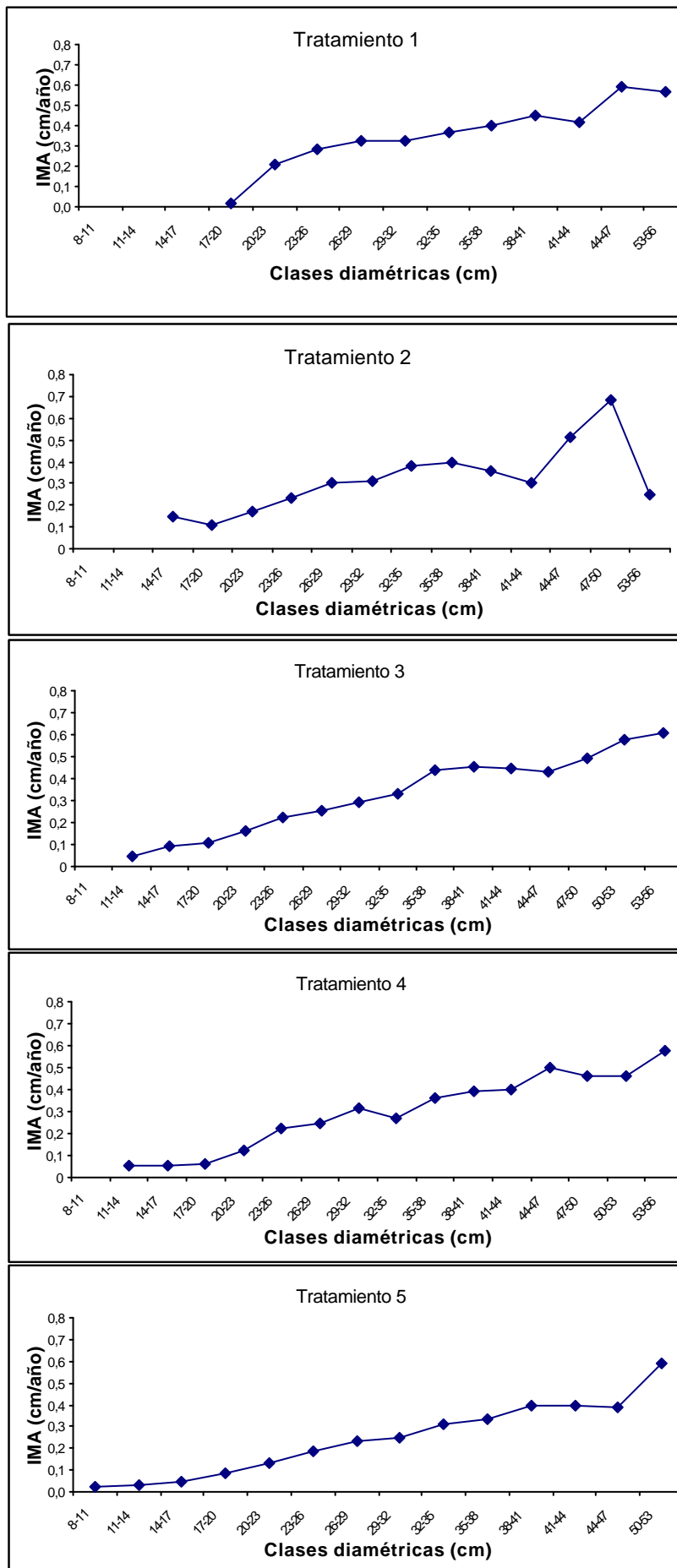


Figura 7. Incremento diamétrico por clase diamétrica y Tratamiento.

de cada Tratamiento. Por lo tanto, en los Tratamientos en donde se realizaron extracciones más fuertes, encontramos que los incrementos individuales son mayores, debido al espacio liberado y por cuanto se trata de especies intolerantes (Roble y Raúl como especies principales), lo que además refleja la disminución del rango diamétrico, puesto que, como se mencionó anteriormente, fueron prácticamente eliminadas las clases diamétricas menores en estos Tratamientos (Tratamientos 1, 2 y 3¹⁴, principalmente).

4.3.5 Análisis de los parámetros de Weibull

De acuerdo a los valores obtenidos de los parámetros de Weibull, principalmente el parámetro de forma c , aplicando el método de los momentos, se obtiene que para los distintos Tratamientos, estos se encuentran entre los valores 1.382 y 2.311, lo que demuestra que las curvas toman una forma acampada con un sesgo positivo o con tendencia a una normal desplazada hacia la izquierda (figura 8).

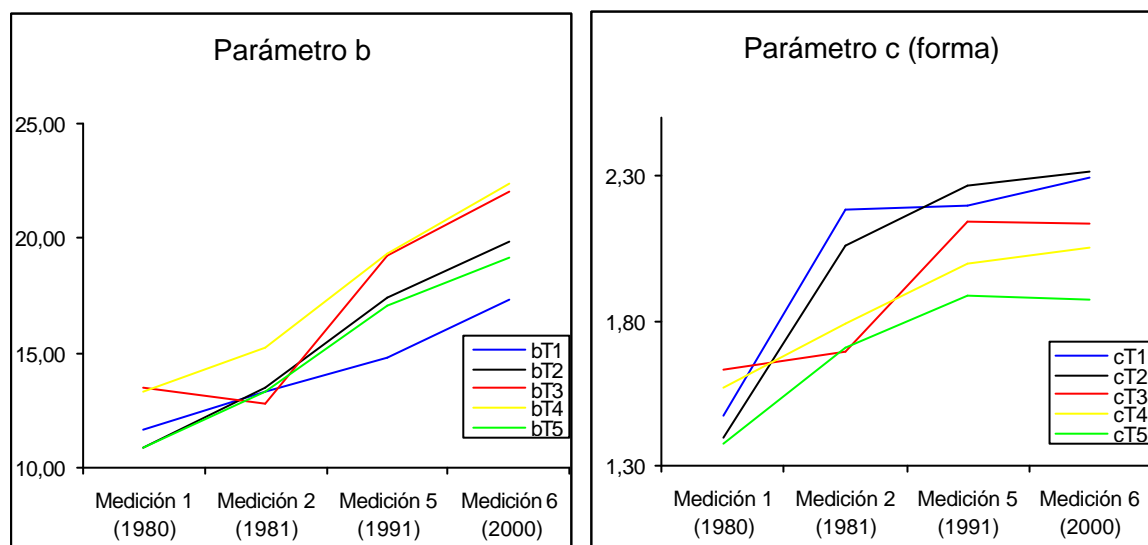


Figura 8. Gráficos de los parámetros de escala b y forma c , de Weibull.

Lo anterior, indica que al no presentar valores menores a 1, las curvas no toman una forma de J-inversa, lo cual coincidiría con los tratamientos efectuados ya que las estructuras originadas después de aplicadas las intervenciones, resultan en estructuras unimodales con tendencia a una distribución normal, como es el caso de los Tratamientos 3, 4 y 5 (figuras 5 y 6).

Por último, y producto de la eliminación de las clases diamétricas inferiores, en los Tratamientos 1 y 2 se aprecia que el resultado de la fuerte intervención, produce que ya

¹⁴ Tratamiento 1: 10m²/ha de área basal residual.
 Tratamiento 2: 20m²/ha de área basal residual.
 Tratamiento 3: 30m²/ha de área basal residual.

exista una importante regeneración al final del período de evaluación (año 2000), por lo que, como se observa en el cuadro 8, el Tratamiento 5 (Testigo) presenta el valor c más bajo, cercano a 1, lo que debiera suponer que la curva es una exponencial negativa, pero esto se ve minimizado producto que la estructura corresponde a una bimodal.

Cuadro 8. Valores de los parámetros b y c para cada tratamiento y Medición.

	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3		Tratamiento 4		Tratamiento 5	
	b1	c1	b2	c2	b3	c3	b4	c4	b5	c5
Medición 1 (1980)	11.722	1.473	10.966	1.400	13.423	1.634	13.270	1.572	10.912	1.382
Medición 2 (1981)	13.294	2.177	13.497	2.059	12.823	1.696	15.243	1.792	13.275	1.704
Medición 5 (1991)	14.823	2.194	17.408	2.269	19.253	2.143	19.348	1.999	17.096	1.887
Medición 6 (2000)	17.324	2.295	19.867	2.311	22.069	2.135	22.408	2.051	19.220	1.870

5. CONCLUSIONES

Los Tratamientos 1 y 2, afectan la estructura y distribución diamétrica en forma significativa, produciendo un cambio en ellas de manera de no favorecer los propósitos silviculturas esperados o deseados, debido a que disminuyen fuertemente la densidad y la respuesta de los individuos ante esta liberación de espacio no ocurre en forma eficiente, puesto a que los rodales se encuentran conformados por individuos maduros, por lo que la reacción a crecimientos diametrales son menores a que si se tratase de rodales en una etapa fustal o de crecimiento más temprana.

El tipo de intervención realizada, raleo por lo bajo, no permite que el área intervenida sea ocupada por otras especies como las tolerantes, debido a que se producen áreas muy abiertas, por lo que el establecimiento de estas se ve afectado.

Los rangos de distribución diamétrica también son afectados, produciéndose un acortamiento de estos, lo que produce que desaparezcan las clases diamétricas menores, concentrándose en algunas clases con una distribución unimodal con tendencia a una normal, lo que no debiera ocurrir puesto que la dinámica de estos renovales establece que debieran estar ocupadas las clases diamétricas menores con una alta densidad de individuos para asegurar la regeneración en ellos.

El tratamiento 4, posee algunas características que lo diferencian al resto, ya que si bien fue intervenido, fue el más leve, y por lo tanto, su rango de distribución abarca las clases diamétricas menores y mantiene una densidad apropiada, inclusive al final del período de medición posee regeneración. Sin embargo, este tratamiento posee bajos incrementos diametrales, por lo que se reafirma que ningún tratamiento es efectivo. Con relación a lo anterior, los tratamientos 1, 2 y 3 poseen mayores incrementos, y a pesar que en la última medición presentan una alta regeneración, ésta no asegura su establecimiento en el lugar.

Considerando que se trata de renovales dominados por *Nothofagus*, y que poseen gran tolerancia a los espacios abiertos (por sus características de intolerantes a la luz), los incrementos obtenidos no corresponden a los que pudiésemos obtener de ellos, por lo que se confirma lo anteriormente mencionado, respecto a que la razón de ello es la avanzada edad a la cual fueron intervenidos estos renovales.

Los parámetros de Weibull, principalmente el c establecen que efectivamente las distribuciones diamétricas generadas, corresponden a una curva acampana con un sesgo positivo, ya que los valores fluctúan entre 1.382 y 2.311. Al respecto, los tratamientos 1 y 2, presentan los mayores valores de c , por lo que sus curvas se aproximan a una normal, mientras que los tratamientos 3, 4 y 5, presentan los menores valores, es decir cercanos a 1, reflejando de esta manera que las curvas, especialmente el tratamiento 5, se asemejan a una distribución exponencial negativa.

En general, los tratamientos efectuados en este ensayo, con sus respectivas intensidades de raleos aplicados en cada uno de ellos, no fueron los adecuados, puesto que la experiencia adquirida en 20 años, indica que el criterio de raleo por lo bajo aquí

utilizado, es algo impracticable hoy en día, o al menos no se utiliza como único criterio, ya que dependiendo de variados factores, se opta por un criterio integral, basado en las características del área a intervenir, en cuanto a composición, estructura, ubicación, etc., con el objetivo de utilizar variados criterios de intervención o raleos para una misma condición de bosque, renoval o rodal.

6. SUMMARY

A database called ENSAYO was used, which corresponds to an experimental assay of 15 permanent plots in Jauja, Malleco Province, IX Región. The forests are dominated by Raulí (*Nothofagus alpina*) and Roble (*Nothofagus obliqua*) second-growth stands. This assay was established in 1980, and it experienced diverse thinning intensities (treatments), and it was measured in different years after its establishment. The last measurement was in the year 2000.

With the data obtained from the different measurements carried out in this assay, a descriptive analysis was made about the behaviour of the diameter distributions as a function of the different thinning intensities experienced by each one of the plots classified in 3-5 treatments.

The methodology consisted in the organization of the database in the form of table, thereafter the variations in the diameter growth and basal area were evaluated. Furthermore, the effect on the stand diameter structures as a function of time was determined and described. Finally, the behaviour of the Weibull parameters was described.

From this analysis, it was concluded that the different treatments (thinning intensities) applied on these stands, are scanty effective or are deficient, as the expected effects are little significant, mainly because the stand ages when established-intervened, varied around 40 years in average.

The diameter increments show clearly the scant effect of the treatments on stands, including the most severe ones regarding the basal area extraction (Treatments 1 and 2). Notwithstanding, the Treatments 1 and 2 produce the greater mean annual increments, 0.3507 and 0.2906 inches, respectively. If we consider that Roble is shade-intolerant and Raulí is semitolerant, these species should have been favoured regarding their height and diameter structures originated after the thinnings.

The Weibull parameters, especially that of the shape c , whose values varied between 1.382 and 2.311, indicate that the distribution curve corresponds to a bell with some positive bias, with a trend towards the normal, a typical pattern for mature stands.

Key words: Roble and Raulí second-growth stands, thinning intensities, diameter distributions, diameter increments, Weibull parameters.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Agüero, F. 2002. Construcción de modelos de crecimiento para renovales de *Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst. y *Nothofagus oblicua* (Mirb.) Oerst. sometidos a distintas intensidades de raleo. Tesis Ing. For. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Fac. de Cs. Forestales. 68 p.
- Antenmatten, E. 1999. Proyección de tablas de rodal para pino oregón en la region andino patagónica de las provincias de Chubut y Río Negro, Argentina. Tesis Mag. en Cs. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Fac. de Cs. Forestales. 63 p.
- Cano G., M.O. 1984. Proyección de la tabla de rodal en modelos de crecimiento en *Pinus radiata* D.Don. Tesis Ing. For. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Fac. de Cs. Forestales. 65 p.
- Clutter, J.; Forston, J.; Peinar, L.; Brister, G.; Bailey, R. 1983. Timber management a quantitative approach. Ed. Wiley & sons. New Cork, USA. 331 p.
- Corporación Nacional Forestal; Comisión Nacional del Medio Ambiente. 1999. Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Informe Nacional con Variables Ambientales. Proyecto CONAF-CONAMA-BIRF. UACH-UC-UCT. Santiago, Chile. 90 p.
- Corporación Nacional Forestal; Comisión Nacional del Medio Ambiente; Universidad Austral de Chile; Pontificia Universidad Católica de Chile y Universidad Católica de Temuco. 1997. Proyecto Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Valdivia, Chile. 88 p.
- Donoso, C. 1981. Tipos Forestales de los bosques nativos de Chile. Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI/76/003. Documento de trabajo N°38. Santiago, Chile. 128 p.
- Donoso, P.; Donoso, C.; Sandoval, V. 1993. Proposición de zonas de crecimiento de renovales de Roble y Raulí en su rango de distribución natural. Bosque 14(2): 37-55.
- Grosse, H.; Cubillos, V. 1991. Antecedentes para el manejo de renovales de Raulí, Coihue y Tepa. CORFO, División de silvicultura, Informe técnico N° 127. Concepción, Chile. 50 p.
- Grosse, H.; Quiroz, I. 1999. Silvicultura en los bosques de Segundo crecimiento de Roble, Raulí y Coihue en la región centro-sur de Chile. En: DONOSO, C.; LARA, A. 1999 (eds). Silvicultura de los bosques nativos de Chile. Ed. Universitaria. Santiago, Chile. Pp. 95-128.

- Instituto Forestal, Corporación Nacional Forestal. 1997. Monografía de RAULÍ *Nothofagus alpina*. Serie Potencialidad de Especies y Sitios para una Diversificación Silvícola Nacional. Santiago, Chile. 91p.
- Instituto Forestal, Corporación Nacional Forestal. 1997. Monografía de ROBLE *Nothofagus obliqua*. Serie Potencialidad de Especies y Sitios para una Diversificación Silvícola Nacional. Santiago, Chile. 90p.
- Martinez, A. 1999. Silvicultura práctica en renovales puros y mixtos y, bosques remanentes originales del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue. En: DONOSO, C.; LARA, A. eds. Silvicultura de los bosques nativos de Chile. Ed. Universitaria. Santiago, Chile. Pp. 95-128.
- Ortega, A. 1989. Modelos de evolución de masas de *Pinus sylvestris*. Escuela Técnica Superior. Departamento de Silvopascicultura. España. 230p.
- Prodan M., R. Peters, F. Cox, P. Real. 1997. Mensura Forestal. Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible. IICA y GTZ. San José, Costa Rica, 561 p.
- Puente, M.; Donoso, C.; Peñaloza, R.; Morales, E. 1979. Manejo de renovales de Raulí (*Nothofagus alpina*) y Roble (*Nothofagus obliqua*). Identificación y caracterización de renovales de Raulí y Roble. Investigación y desarrollo forestal. CONAF/FAO/PNUD. Documento de trabajo N° 29. 88p.
- Puente, M.; Peñaloza, R.; Donoso, C.; Paredes, R.; Núñez, P.; Morales, R.; Engdahl, O. 1980. Estudio de raleo y otras técnicas para el manejo de renovales de Raulí y Roble. Segunda fase: Informe de avance de instalación de ensayos de raleo en renovales de Raulí. Informe de convenio N° 30. Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI/76/003. Facultad de Ciencias forestales, Serie Técnica, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 59 p.
- Puente, M.; Peñaloza, R.; Donoso, C.; Paredes, R.; Núñez, P.; Morales, R.; Engdahl, O. 1981. Estudio de raleo y otras técnicas para el manejo de renovales de Raulí y Roble. Etapa IV: Instalación de ensayos de raleo en renovales de Raulí. Informe de convenio N° 37. Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI/76/003. Facultad de Ciencias forestales, Serie Técnica, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 63 p.
- Rodríguez, R.; Quezada, M.; Matthei, O. 1983. Flora arborea de Chile. Ed. de la Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 408 .
- Vanclay, J. K. 1994. Modelling forest growth and yield. Applications to mixed tropical forest. CAB International, Wallingford. U. K. 312 p.

APÉNDICES

Apéndice 1
Tablas de Rodal por tratamiento y medición

TRATAMIENTO 1

Parcela 2						
Medición 1						
clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
5-8	240	120	360	0,7576	0,4020	1,1596
8-11	185	235	420	1,2271	1,5613	2,7883
11-14	85	290	375	1,0149	3,4401	4,4550
14-17	75	205	280	1,3486	3,7484	5,0970
17-20	55	230	285	1,5384	5,9659	7,5043
20-23	35	155	190	1,2063	5,4275	6,6338
23-26	60	110	170	2,7851	4,8800	7,6651
26-29	40	55	95	2,3144	3,1956	5,5100
29-32	20	15	35	1,4870	1,0967	2,5837
32-35	0	5	5	0	0,4021	0,4021
Total	795	1420	2215	13,679	30,120	43,799

Medición 2						
clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
17-20	25	25	50	0,6873	0,6728	1,3601
20-23	20	15	35	0,7191	0,5366	1,2557
23-26	25	20	45	1,1702	0,9538	2,1240
26-29	35	30	65	2,0596	1,7836	3,8432
29-32	10	10	20	0,7076	0,7199	1,4275
32-35	10	0	10	0,8042	0	0,8042
35-38	5	5	10	0,4949	0,4949	0,9898
Total	130	105	235	6,643	5,162	11,805

Medición 5						
clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
17-20	5	0	5	0,1448	0	0,1448
20-23	10	10	20	0,3734	0,3700	0,7434
23-26	20	20	40	0,9472	0,9072	1,8544
26-29	30	10	40	1,7732	0,5943	2,3675
29-32	25	25	50	1,7722	1,8139	3,5861
32-35	20	15	35	1,7433	1,3200	3,0633
35-38	10	10	20	1,0152	1,0094	2,0246
38-41	0	5	5	0	0,6416	0,6416
41-44	5	0	5	0,6601	0	0,6601
Total	125	95	220	8,429	6,656	15,086

Medición 6						
clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
5-8	365	720	1085	1,1083	2,3213	3,4296
8-11	65	365	430	0,4081	2,3950	2,8031
11-14	5	55	60	0,0759	0,6151	0,6910
14-17	0	10	10	0	0,1607	0,1607
17-20	5	0	5	0,1302	0	0,1302
20-23	0	5	5	0	0,1988	0,1988
23-26	10	10	20	0,4811	0,5050	0,9861
26-29	30	15	45	1,7365	0,8932	2,6297
29-32	30	15	45	2,1670	1,1259	3,2929
32-35	10	25	35	0,8900	2,1995	3,0895
35-38	30	10	40	3,1065	1,1016	4,2080
38-41	5	5	10	0,6441	0,5973	1,2414
41-44	5	0	5	0,6927	0	0,6927
44-47	0	5	5	0	0,7811	0,7811
Total	125	90	215	11,440	12,894	24,335

Parcela 4						
Medición 1						
clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
5-8	120	145	265	0,3339	0,4618	0,7957
8-11	50	235	285	0,3162	1,4976	1,8138
11-14	120	235	355	1,4104	2,7251	4,1355
14-17	55	195	250	0,9697	3,5390	4,5086
17-20	40	155	195	1,1064	3,9057	5,0121
20-23	80	95	175	2,9006	3,3790	6,2796
23-26	50	90	140	2,2945	4,1808	6,4752
26-29	50	65	115	2,8447	3,7047	6,5494
29-32	30	25	55	2,0982	1,8396	3,9378
32-35	20	15	35	1,7114	1,3103	3,0216
35-38	5	10	15	0,4949	1,0187	1,5136
Total	620	1265	1885	16,481	27,562	44,043

Medición 2						
clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
14-17	5	0	5	0,1069	0	0,1069
17-20	5	0	5	0,1418	0	0,1418
20-23	15	25	40	0,5704	0,9509	1,5213
23-26	0	25	25	0	1,1508	1,1508
26-29	30	20	50	1,6875	1,0930	2,7805
29-32	20	30	50	1,4626	2,1331	3,5957
32-35	15	5	20	1,2705	0,4407	1,7112
35-38	0	5	5	0	0,4949	0,4949
38-41	0	5	5	0	0,5671	0,5671
Total	90	115	205	5,240	6,830	12,070

Medición 5						
clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
17-20	5	0	5	0,1359	0	0,1359
20-23	5	0	5	0,2038	0	0,2038
23-26	10	15	25	0,4772	0,7484	1,2256
26-29	10	20	30	0,5948	1,1529	1,7477
29-32	25	30	55	1,8456	2,1525	3,9980
32-35	5	10	15	0,4072	0,9376	1,3447
35-38	30	25	55	3,1599	2,5562	5,7162
38-41	0	5	5	0	0,6252	0,6252
41-44	0	5	5	0	0,7363	0,7363
Total	90	110	200	6,824	8,909	15,733

Medición 6						
clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
5-8	290	575	865	0,8832	1,9192	2,8024
8-11	55	270	325	0,3597	1,6658	2,0255
11-14	10	40	50	0,1003	0,4440	0,5443
14-17	0	10	10	0	0,1824	0,1824
17-20	0	0	0	0	0	0
20-23	5	0	5	0,1571	0	0,1571
23-26	10	10	20	0,4741	0,4988	0,9729
26-29	5	10	15	0,2884	0,5940	0,8824
29-32	15	30	45	1,1302	2,1702	3,3004
32-35	25	15	40	2,2709	1,2786	3,5495
35-38	0	10	10	0	1,0579	1,0579
38-41	10	25	35	1,2137	3,0788	4,2924
41-44	10	0	10	1,3626	0	1,3626
44-47	5	5	10	0,7846	0,8023	1,5869
53-56	0	0	0	0	0	0
Total	440	1000	1440	9,0247	13,692	22,716

TRATAMIENTO 1**Parcela 13****Medición 1**

Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
5-8	60	30	90	0,2117	0,1212	0,3328
8-11	75	185	260	0,5239	1,2437	1,7675
11-14	85	160	245	0,9512	1,8657	2,8170
14-17	100	155	255	1,7485	2,8190	4,5675
17-20	70	205	275	1,8718	5,1850	7,0568
20-23	60	120	180	2,1232	4,2038	6,3270
23-26	70	90	160	3,2845	4,1901	7,4746
26-29	50	40	90	2,8439	2,3350	5,1789
29-32	25	25	50	1,8509	1,7919	3,6428
32-35	15	25	40	1,2709	2,2041	3,4750
35-38	0	10	10	0	0,9760	0,9760
38-41	5	0	5	0,5671	0	0,5671
41-44	5	0	5	0,7261	0	0,7261
Total	620	1045	1665	17,974	26,935	44,909

Medición 2

Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
17-20	15	15	30	0,3889	0,3819	0,7708
20-23	25	15	40	0,8425	0,5539	1,3964
23-26	30	45	75	1,3677	2,1812	3,5488
26-29	15	20	35	0,9020	1,1249	2,0269
29-32	15	5	20	1,1084	0,3418	1,4502
32-35	10	10	20	0,8169	0,8428	1,6597
35-38	5	0	5	0,4949	0	0,4949
38-41	5	0	5	0,5821	0	0,5821
44-47	5	0	5	0,7777	0	0,7777
Total	125	110	235	7,281	5,426	12,707

Medición 5

Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
17-20	0	5	5	0	0,1540	0,1540
20-23	15	5	20	0,5721	0,1732	0,7453
23-26	15	20	35	0,7171	0,9368	1,6539
26-29	25	20	45	1,4439	1,2080	2,6519
29-32	25	35	60	1,8878	2,4980	4,3858
32-35	5	15	20	0,4353	1,2784	1,7138
35-38	20	5	25	2,0851	0,5434	2,6285
38-41	5	5	10	0,5761	0,6065	1,1826
41-44	10	0	10	1,3725	0	1,3725
50-53	5	0	5	1,0015	0	1,0015
Total	125	110	235	10,091	7,398	17,490

Medición 6

Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
5-8	285	620	905	0,9214	1,9858	2,9072
8-11	20	200	220	0,1083	1,3225	1,4308
11-14	0	25	25	0	0,2879	0,2879
14-17	0	0	0	0	0	0
17-20	5	0	5	0,1258	0	0,1258
20-23	5	5	10	0,1988	0,1988	0,3976
23-26	15	15	30	0,7484	0,7067	1,4551
26-29	20	10	30	1,1593	1	1,7663
29-32	20	30	50	1,5052	2,1686	3,6737
32-35	25	30	55	2,2270	2,6332	4,8601
35-38	10	5	15	1,0958	0,5347	1,6305
38-41	5	15	20	0,6283	1,8017	2,4301
41-44	15	0	15	2,2430	0	2,2430
44-47	5	0	5	0,7707	0	0,7707
53-56	5	0	5	1,2009	0	1,2009
Total	435	955	1390	12,933	12,247	25,179

TRATMIENTO 2

Parcela 1						
Medición 1						
Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
5-8	480	20	500	0,3954	0,0190	1,6578
8-11	435	75	510	2,9126	0,5281	3,4406
11-14	280	160	440	3,3444	1,8334	5,1778
14-17	225	105	330	4,0873	1,9087	5,9960
17-20	50	175	225	1,2904	4,5795	5,8699
20-23	150	140	290	5,4610	4,9976	10,4586
23-26	65	60	125	2,9645	2,7276	5,6921
26-29	45	35	80	2,4942	2,0283	4,5225
29-32	20	20	40	1,3682	1,3911	2,7593
32-35	0	10	10	0	0,8298	0,8298
38-41	10	5	15	1,1341	0,6441	1,7782
Total	1760	805	2565	25,452	21,487	48,183

Parcela 3						
Medición 1						
Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
5-8	340	75	415	1,1000	0,2434	1,3434
8-11	280	130	410	1,7747	0,9079	2,6826
11-14	155	105	260	1,7404	1,1705	2,9110
14-17	105	170	275	1,9624	2,9660	4,9284
17-20	120	120	240	2,9767	3,1248	6,1015
20-23	95	80	175	3,2898	2,9348	6,2245
23-26	60	65	125	2,6425	3,0792	5,7216
26-29	80	20	100	4,5741	1,1354	5,7094
29-32	30	20	50	2,1328	1,4145	3,5473
32-35	10	10	20	0,8428	0,8695	1,7124
35-38	5	0	5	0,5376	0	0,5376
38-41	0	5	5	0	0,6283	0,6283
Total	1280	800	2080	23,574	18,474	42,048

Medición 2						
Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
11-14	40	0	40	0,5121	0	0,5121
14-17	40	0	40	0,7267	0	0,7267
17-20	45	35	80	1,1701	0,9360	2,1061
20-23	75	65	140	2,7522	2,2613	5,0135
23-26	75	40	115	3,4748	1,9068	5,3816
26-29	40	15	55	2,3354	0,9026	3,2380
29-32	20	10	30	1,3674	0,7314	2,0988
32-35	0	5	5	0	0,4021	0,4021
35-38	5	0	5	0,5376	0	0,5376
38-41	5	5	10	0,6127	0,5821	1,1948
Total	345	175	520	13,489	7,722	21,211

Medición 2						
Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
11-14	5	0	5	0,0664	0	0,0664
14-17	15	35	50	0,2597	0,6566	0,9162
17-20	60	50	110	1,5290	1,3148	2,8438
20-23	45	40	85	1,5540	1,4700	3,0240
23-26	60	45	105	2,7163	2,0389	4,7552
26-29	55	35	90	3,1211	1,9627	5,0838
29-32	25	10	35	1,7794	0,7308	2,5102
32-35	5	10	15	0,4540	0,8687	1,3227
38-41	5	5	10	0,5671	0,6127	1,1798
Total	275	230	505	12,047	9,655	21,702

Medición 5						
Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
11-14	25	0	25	0,3636	0	0,3636
14-17	15	0	15	0,2855	0	0,2855
17-20	45	10	55	1,2133	0,2941	1,5074
20-23	40	40	80	1,4776	1,4735	2,9512
23-26	60	50	110	2,8641	2,2531	5,1171
26-29	60	25	85	3,5200	1,4986	5,0186
29-32	50	20	70	3,5478	1,3820	4,9298
32-35	25	15	40	2,1492	1,3256	3,4748
35-38	5	5	10	0,4977	0,5203	1,0180
41-44	10	5	15	1,3856	0,7431	2,1286
Total	335	170	505	17,304	9,490	26,794

Medición 5						
Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
14-17	5	20	25	0,0872	0,3898	0,4769
17-20	20	25	45	0,5543	0,6874	1,2416
20-23	55	35	90	1,9820	1,2383	3,2202
23-26	40	45	85	1,9286	2,1397	4,0683
26-29	70	20	90	4,1743	1,1178	5,2921
29-32	35	45	80	2,5531	3,1898	5,7428
32-35	30	10	40	2,5896	0,8658	3,4554
35-38	0	10	10	0	1,0296	1,0296
38-41	10	5	15	1,2235	0,6158	1,8393
41-44	0	5	5	0	0,7431	0,7431
Total	265	220	485	15,092	12,017	27,109

Medición 6						
Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
5-8	75	195	270	0,2152	0,5887	0,8039
8-11	10	5	15	0,0632	0,0270	0,0903
11-14	5	0	5	0,0664	0	0,0664
14-17	30	0	30	0,5634	0	0,5634
17-20	25	5	30	0,7079	0,1359	0,8437
20-23	40	30	70	1,4639	1,1274	2,5912
23-26	50	50	100	2,4078	2,3776	4,7854
26-29	35	15	50	2,0899	0,8789	2,9688
29-32	70	20	90	4,9092	1,4806	6,3898
32-35	40	20	60	3,5519	1,7729	5,3248
35-38	15	10	25	1,5612	1,0297	2,5909
38-41	5	5	10	0,5760	0,5973	1,1733
41-44	10	0	10	1,4422	0	1,4422
44-47	0	5	5	0	0,8059	0,8059
Total	410	360	770	19,618	10,822	30,440

Medición 6						
Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
5-8	95	160	255	0,2527	0,4675	0,7201
8-11	5	10	15	0,0251	0,0673	0,0924
11-14	0	5	5	0	0,0759	0,0759
14-17	5	10	15	0,1031	0,2151	0,3182
17-20	20	15	35	0,5732	0,4285	1,0017
20-23	20	15	35	0,7783	0,5147	1,2929
23-26	50	40	90	2,3991	1,8446	4,2437
26-29	25	50	75	1,5450	2,9979	4,5429
29-32	80	15	95	5,7448	1,1060	6,8508
32-35	30	25	55	2,5613	2,1468	4,7081
35-38	20	15	35	2,0417	1,4849	3,5265
38-41	0	5	5	0	0,6537	0,6537
41-44	10	5	15	1,4088	0,7160	2,1248
44-47	0	5	5	0	0,8130	0,8130
Total	360	375	735	17,433	13,532	30,965

TRATAMIENTO 2

Parcela 14

Medición 1

Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
5-8	40	0	40	0,1427	0	0,1427
8-11	210	30	240	1,4854	0,2037	1,6891
11-14	215	35	250	2,4547	0,3920	2,8467
14-17	160	90	250	2,9289	1,5752	4,5041
17-20	115	135	250	2,8903	3,6415	6,5318
20-23	65	70	135	2,2883	2,5455	4,8337
23-26	85	95	180	3,9159	4,3221	8,2380
26-29	30	35	65	1,7078	2,0271	3,7349
29-32	50	5	55	3,5024	0,3303	3,8326
32-35	30	5	35	2,5809	0,4540	3,0349
35-38	0	10	10	0	1,0038	1,0038
38-41	0	10	10	0	1,2100	1,2100
41-44	0	5	5	0	0,7431	0,7431
Total	1000	525	1525	23,897	18,448	42,345

Medición 2

Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
14-17	20	5	25	0,3718	0,1005	0,4723
17-20	70	15	85	1,7074	0,4179	2,1253
20-23	65	30	95	2,2225	1,0919	3,3144
23-26	50	55	105	2,3399	2,5865	4,9264
26-29	45	25	70	2,7077	1,4532	4,1608
29-32	30	5	35	2,1097	0,3534	2,4631
32-35	25	10	35	2,1656	0,8951	3,0606
35-38	5	5	10	0,4948	0,4949	0,9897
44-47	0	5	5	0	0,7603	0,7603
Total	310	155	465	14,119	8,154	22,273

Medición 5

Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
14-17	0	5	5	0	0,1082	0,1082
17-20	60	0	60	1,6368	0	1,6368
20-23	50	10	60	1,8468	0,3534	2,2002
23-26	35	15	50	1,6717	0,6641	2,3358
26-29	40	25	65	2,4209	1,4474	3,8683
29-32	30	55	85	2,1960	3,8768	6,0728
32-35	40	10	50	3,5096	0,8605	4,3701
35-38	30	5	35	2,9700	0,4811	3,4511
38-41	25	10	35	3,0379	1,1949	4,2328
41-44	0	5	5	0	0,6796	0,6796
47-50	0	5	5	0	0,9778	0,9778
Total	310	145	455	19,290	10,644	29,933

Medición 6

Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
17-20	40	5	45	1,083	0,1135	1,1963
20-23	45	5	50	1,693	0,1765	1,8693
23-26	25	15	40	1,114	0,6980	1,8121
26-29	35	5	40	2,046	0,3155	2,3614
29-32	25	25	50	1,839	1,8108	3,6502
32-35	25	55	80	2,178	4,8336	7,0121
35-38	45	15	60	4,676	1,6451	6,3207
38-41	40	5	45	4,794	0,5973	5,3909
41-44	5	0	5	0,693	0	0,6927
44-47	15	5	20	2,389	0,7988	3,1881
47-50	5	0	5	0,867	0	0,8675
53-56	0	5	5	0	1,12318	1,1232
Total	305	140	445	23,372	12,112	35,484

TRATAMIENTO 3

PARCELA 6

Medición 1						
Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
5-8	55	0	55	0,2079	0	0,2079
8-11	240	15	255	1,6044	0,1299	1,7343
11-14	290	15	305	3,2697	0,1805	3,4502
14-17	240	5	245	4,3565	0,0770	4,4335
17-20	275	0	275	7,1735	0	7,1735
20-23	145	0	145	5,0871	0	5,0871
23-26	145	5	150	6,4905	0,2454	6,7360
26-29	60	0	60	3,4395	0	3,4395
29-32	65	5	70	4,5973	0,3774	4,9747
32-35	20	5	25	1,7767	0,4407	2,2174
35-38	5	5	10	0,4811	0,5089	0,9900
Total	1540	55	1595	38,484	1,960	40,444

Medición 2

Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
11-14	45	0	45	0,5681	0	0,5681
14-17	120	0	120	2,1734	0	2,1734
17-20	170	0	170	4,4836	0	4,4836
20-23	115	0	115	4,1395	0	4,1395
23-26	145	5	150	6,6159	0,2454	6,8613
26-29	50	0	50	2,9846	0	2,9846
29-32	60	5	65	4,2447	0,3534	4,5981
32-35	20	5	25	1,7763	0,4277	2,2039
35-38	10	10	20	0,9900	1,0187	2,0087
38-41	0	5	5	0	0,5761	0,5761
Total	735	30	765	27,976	2,621	30,597

Medición 5

Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
11-14	45	0	45	0,5978	0	0,5978
14-17	65	0	65	1,2564	0	1,2564
17-20	125	0	125	3,3228	0	3,3228
20-23	125	0	125	4,3495	0	4,3495
23-26	100	0	100	4,8311	0	4,8311
26-29	115	5	120	6,8133	0,2842	7,0975
29-32	50	0	50	3,6213	0	3,6213
32-35	75	0	75	6,5876	0	6,5876
35-38	5	10	15	0,4977	1,0216	1,5193
38-41	20	5	25	2,3839	0,6221	3,0059
41-44	0	10	10	0	1,3692	1,3692
Total	725	30	755	34,261	3,297	37,558

Medición 6

Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
11-14	40	0	40	0,5227	0	0,5227
14-17	45	0	45	0,8134	0	0,8134
17-20	100	0	100	2,6954	0	2,6954
20-23	100	0	100	3,6550	0	3,6550
23-26	55	0	55	2,4965	0	2,4965
26-29	75	5	80	4,4534	0,2991	4,7525
29-32	105	0	105	7,4916	0	7,4916
32-35	40	0	40	3,4698	0	3,4698
35-38	65	0	65	6,6995	0	6,6995
38-41	30	5	35	3,6216	0,6096	4,2312
41-44	15	10	25	2,0884	1,3964	3,4848
44-47	0	10	10	0	1,5205	1,5205
Total	670	30	700	38,007	3,826	41,833

PARCELA 10

Medición 1						
Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
5-8	80	0	80	0,2909	0	0,2909
8-11	205	0	205	1,4225	0	1,4225
11-14	320	0	320	3,6528	0	3,6528
14-17	195	0	195	3,5584	0	3,5584
17-20	195	0	195	5,1010	0	5,1010
20-23	140	0	140	4,9626	0	4,9626
23-26	70	0	70	3,2577	0	3,2577
26-29	100	5	105	5,8359	0,2863	6,1222
29-32	35	0	35	2,4877	0	2,4877
32-35	35	0	35	3,0088	0	3,0088
35-38	30	0	30	3,0833	0	3,0833
41-44	10	0	10	1,4186	0	1,4186
Total	1415	5	1420	38,080	0,286	38,366

Medición 2

Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
11-14	60	0	60	0,7495	0	0,7495
14-17	85	0	85	1,5593	0	1,5593
17-20	145	0	145	3,7693	0	3,7693
20-23	110	0	110	3,9568	0	3,9568
23-26	70	0	70	3,1800	0	3,1800
26-29	95	0	95	5,5502	0	5,5502
29-32	45	0	45	3,1351	0	3,1351
32-35	30	0	30	2,6334	0	2,6334
35-38	35	0	35	3,6505	0	3,6505
41-44	10	0	10	1,4524	0	1,4524
Total	685	0	685	29,636	0	29,636

Medición 5

Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
8-11	5	0	5	0,0442	0	0,0442
11-14	45	0	45	0,6033	0	0,6033
14-17	70	0	70	1,3375	0	1,3375
17-20	80	0	80	2,1472	0	2,1472
20-23	105	0	105	3,8089	0	3,8089
23-26	95	0	95	4,4705	0	4,4705
26-29	60	0	60	3,5013	0	3,5013
29-32	85	0	85	6,3453	0	6,3453
32-35	60	0	60	5,1350	0	5,1350
35-38	25	0	25	2,6200	0	2,6200
38-41	20	0	20	2,4210	0	2,4210
41-44	20	0	20	2,7513	0	2,7513
47-50	10	0	10	1,8438	0	1,8438
Total	680	0	680	37,029	0	37,029

Medición 6

Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
8-11	5	0	5	0,0417	0	0,0417
11-14	25	0	25	0,3406	0	0,3406
14-17	45	0	45	0,8195	0	0,8195
17-20	55	0	55	1,4006	0	1,4006
20-23	70	0	70	2,6666	0	2,6666
23-26	75	0	75	3,5474	0	3,5474
26-29	45	0	45	2,6359	0	2,6359
29-32	95	0	95	6,9961	0	6,9961
32-35	45	0	45	3,9374	0	3,9374
35-38	55	0	55	5,6954	0	5,6954
38-41	35	0	35	4,1180	0	4,1180
41-44	15	0	15	2,1248	0	2,1248
44-47	25	0	25	4,0411	0	4,0411
47-50	5	0	5	0,8675	0	0,8675
50-53	5	0	5	1,0619	0	1,0619
53-56	5	0	5	1,1494	0	1,1494
Total	605	0	605	41,444	0	41,444

TRATAMIENTO 3**PARCELA 15****Medición 1**

Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
5-8	15	0	15	0,0475	0	0,0475
8-11	290	20	310	2,0082	0,1535	2,1616
11-14	230	50	280	2,5609	0,5486	3,1095
14-17	150	60	210	2,6667	1,0644	3,7311
17-20	170	40	210	4,4507	1,0627	5,5133
20-23	155	45	200	5,3929	1,5022	6,8951
23-26	75	15	90	3,4516	0,6701	4,1217
26-29	100	10	110	5,9124	0,5309	6,4433
29-32	65	10	75	5,0810	0,3897	5,4706
32-35	20	5	25	1,6596	0,4540	2,1135
35-38	15	0	15	1,5128	0	1,5128
38-41	5	0	5	0,6441	0	0,6441
41-44	15	0	15	1,9966	0	1,9966
Total	1305	255	1560	37,385	6,376	43,761

Medición 2

Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
11-14	15	5	20	0,1993	0,0475	0,2468
14-17	65	25	90	1,1819	0,4484	1,6303
17-20	105	25	130	2,7429	0,6656	3,4085
20-23	85	40	125	3,0225	1,3531	4,3756
23-26	55	15	70	2,5665	0,7185	3,2849
26-29	85	5	90	5,0100	0,2758	5,2857
29-32	60	10	70	4,2908	0,7671	5,0579
32-35	35	5	40	2,9688	0,4540	3,4228
35-38	10	0	10	1,0325	0	1,0325
41-44	20	0	20	2,6567	0	2,6567
Total	535	130	665	25,672	4,730	30,402

Medición 5

Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
14-17	50	20	70	0,9411	0,4239	1,3650
17-20	60	20	80	1,5338	0,5975	2,1313
20-23	85	15	100	3,1081	0,5637	3,6718
23-26	60	35	95	2,7296	1,5715	4,3010
26-29	50	5	55	2,8777	0,2800	3,1576
29-32	100	15	115	7,2307	1,1279	8,3586
32-35	50	0	50	4,4035	0,0000	4,4035
35-38	30	10	40	3,0859	1,0094	4,0953
38-41	15	5	20	1,8303	0,6221	2,4523
44-47	20	0	20	3,2022	0	3,2022
Total	520	125	645	30,943	6,196	37,138

Medición 6

Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
14-17	35	10	45	0,7058	0,2139	0,9197
17-20	60	5	65	1,6526	0,1203	1,7729
20-23	40	25	65	1,5634	0,8919	2,4553
23-26	75	20	95	3,5081	0,9861	4,4942
26-29	25	25	50	1,4610	1,4669	2,9278
29-32	55	0	55	3,9603	0	3,9603
32-35	90	5	95	7,7685	0,4021	8,1706
35-38	45	10	55	4,6278	1,0041	5,6319
38-41	30	5	35	3,6265	0,6283	4,2548
41-44	10	5	15	1,4092	0,7534	2,1626
44-47	5	0	5	0,7812	0	0,7812
47-50	10	0	10	1,8399	0	1,8399
50-53	10	0	10	2,0189	0	2,0189
Total	490	110	600	34,923	6,467	41,390

TRATAMIENTO 4

Parcela 7						
Medición 1						
Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
5-8	40	0	40	0,0776	0	0,0776
8-11	265	0	265	1,5204	0	1,5204
11-14	235	5	240	2,7413	0,0664	2,8077
14-17	180	0	180	3,1141	0	3,1141
17-20	185	0	185	4,9327	0	4,9327
20-23	180	0	180	6,2795	0	6,2795
23-26	160	0	160	7,2379	0	7,2379
26-29	85	0	85	4,9890	0	4,9890
29-32	65	0	65	4,6583	0	4,6583
32-35	25	0	25	2,0886	0	2,0886
35-38	35	5	40	3,4651	0,4949	3,9600
38-41	15	0	15	1,7464	0	1,7464
41-44	10	0	10	1,3365	0	1,3365
44-47	5	0	5	0,7603	0	0,7603
56-59	5	0	5	1,2759	0	1,2759
Total	1490	10	1500	46,223	0,561	46,785

PARCELA 8						
Medición 1						
Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
5-8	25	0	25	0,0925	0	0,0925
8-11	190	0	190	1,4444	0	1,4444
11-14	315	0	315	3,6033	0	3,6033
14-17	200	0	200	3,6234	0	3,6234
17-20	275	0	275	7,1025	0	7,1025
20-23	245	0	245	8,5910	0	8,5910
23-26	100	0	100	4,5310	0	4,5310
26-29	80	0	80	4,4367	0	4,4367
29-32	30	0	30	2,2162	0	2,2162
32-35	25	0	25	2,1915	0	2,1915
35-38	15	0	15	1,5420	0	1,5420
38-41	5	0	5	0,5671	0	0,5671
41-44	15	0	15	2,0128	0	2,0128
Total	1520	0	1520	41,954	0	41,954

Medición 2						
Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
8-11	55	0	55	0,4326	0	0,4326
11-14	115	0	115	1,3392	0	1,3392
14-17	165	0	165	3,0831	0	3,0831
17-20	170	0	170	4,5415	0	4,5415
20-23	175	0	175	6,1728	0	6,1728
23-26	140	0	140	6,4844	0	6,4844
26-29	80	0	80	4,7126	0	4,7126
29-32	50	0	50	3,5606	0	3,5606
32-35	40	0	40	3,3205	0	3,3205
35-38	35	0	35	3,4932	0	3,4932
38-41	15	0	15	1,8229	0	1,8229
41-44	10	0	10	1,3203	0	1,3203
44-47	5	0	5	0,7603	0	0,7603
56-59	5	0	5	1,2536	0	1,2536
Total	1060	0	1060	42,297	0	42,297

Medición 2						
Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
8-11	85	0	85	0,6964	0	0,6964
11-14	205	0	205	2,3864	0	2,3864
14-17	190	0	190	3,4768	0	3,4768
17-20	260	0	260	6,6580	0	6,6580
20-23	255	0	255	8,8939	0	8,8939
23-26	105	0	105	4,7953	0	4,7953
26-29	65	0	65	3,6816	0	3,6816
29-32	25	0	25	1,8873	0	1,8873
32-35	25	0	25	2,1266	0	2,1266
35-38	20	0	20	1,9658	0	1,9658
38-41	10	0	10	1,2100	0	1,2100
41-44	15	0	15	2,0128	0	2,0128
Total	1260	0	1260	39,791	0	39,791

Medición 5						
Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
8-11	25	0	25	0,2190	0	0,2190
11-14	65	0	65	0,7963	0	0,7963
14-17	85	0	85	1,6089	0	1,6089
17-20	120	0	120	3,1108	0	3,1108
20-23	160	0	160	5,8052	0	5,8052
23-26	135	0	135	6,4710	0	6,4710
26-29	100	0	100	5,8296	0	5,8296
29-32	95	0	95	6,8534	0	6,8534
32-35	40	0	40	3,5002	0	3,5002
35-38	30	0	30	3,1413	0	3,1413
38-41	25	0	25	1,7282	0	1,7282
41-44	35	0	35	5,0391	0	5,0391
47-50	5	0	5	0,9429	0	0,9429
59-62	5	0	5	1,4757	0	1,4757
Total	925	0	925	46,521	0	46,521

Medición 5						
Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
8-11	20	0	20	0,1718	0	0,1718
11-14	65	0	65	0,8141	0	0,8141
14-17	105	0	105	1,9443	0	1,9443
17-20	185	0	185	4,8297	0	4,8297
20-23	195	0	195	7,0755	0	7,0755
23-26	145	0	145	6,7393	0	6,7393
26-29	75	0	75	4,5145	0	4,5145
29-32	60	0	60	4,2645	0	4,2645
32-35	35	0	35	3,2779	0	3,2779
35-38	15	0	15	1,6021	0	1,6021
38-41	25	0	25	2,9793	0	2,9793
41-44	15	0	15	2,1687	0	2,1687
44-47	10	0	10	1,6732	0	1,6732
Total	950	0	950	42,055	0	42,055

Medición 6						
Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
8-11	5	0	5	0,0441	0	0,0441
11-14	25	0	25	0,2860	0	0,2860
14-17	55	0	55	1,0721	0	1,0721
17-20	90	0	90	2,1398	0	2,1398
20-23	100	0	100	2,2324	0	2,2324
23-26	80	0	80	3,2658	0	3,2658
26-29	130	0	130	5,6479	0	5,6479
29-32	90	0	90	6,0956	0	6,0956
32-35	70	0	70	3,9979	0	3,9979
35-38	35	0	35	2,5738	0	2,5738
38-41	40	0	40	3,6935	0	3,6935
41-44	20	0	20	1,4358	0	1,4358
44-47	25	0	25	2,3683	0	2,3683
47-50	5	0	5	0,9048	0	0,9048
50-53	5	0	5	1,0965	0	1,0965
62-65	5	0	5	1,5915	0	1,5915
Total	780	0	780	38,446	0	38,446

Medición 6						
Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
11-14	50	0	50	0,6492	0	0,6492
14-17	65	0	65	1,2735	0	1,2735
17-20	115	0	115	3,1536	0	3,1536
20-23	100	0	100	3,7136	0	3,7136
23-26	120	0	120	5,6690	0	5,6690
26-29	110	0	110	6,3857	0	6,3857
29-32	55	0	55	4,1054	0	4,1054
32-35	60	0	60	5,1952	0	5,1952
35-38	20	0	20	2,1113	0	2,1113
38-41	35	0	35	4,2166	0	4,2166
41-44	20	0	20	2,8006	0	2,8006
44-47	20	0	20	3,1820	0	3,1820
47-50	10	0	10	1,7909	0	1,7909
53-56	5	0	5	1,1031	0	1,1031
Total	785	0	785	45,350	0	45,350

TRATAMIENTO 4**PARCELA 11****Medición 1**

Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
5-8	95	0	95	0,3788	0	0,3788
8-11	475	0	475	3,1353	0	3,1353
11-14	330	0	330	3,7690	0	3,7690
14-17	250	0	250	4,4258	0	4,4258
17-20	245	5	250	6,1083	0,1418	6,2500
20-23	130	0	130	4,5763	0	4,5763
23-26	130	0	130	5,8895	0	5,8895
26-29	40	5	45	2,3774	0,3079	2,6853
29-32	15	5	20	1,1324	0,3418	1,4741
32-35	30	5	35	2,5028	0,4540	2,9567
35-38	25	0	25	2,6461	0	2,6461
41-44	5	0	5	0,6927	0	0,6927
47-50	5	0	5	0,9048	0	0,9048
Total	1775	20	1795	38,539	1,245	39,784

Medición 2

Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
5-8	10	0	10	0,0442	0	0,0442
8-11	350	0	350	2,5102	0	2,5102
11-14	320	0	320	3,7302	0	3,7302
14-17	260	0	260	4,6464	0	4,6464
17-20	195	15	210	4,9433	0,3962	5,3395
20-23	140	5	145	4,9316	0,1571	5,0887
23-26	120	0	120	5,4445	0	5,4445
26-29	60	5	65	3,5142	0,3079	3,8221
29-32	10	5	15	0,7671	0,3418	1,1088
32-35	20	10	30	1,6853	0,8690	2,5542
35-38	15	0	15	1,4995	0	1,4995
38-41	15	0	15	1,7468	0	1,7468
41-44	5	0	5	0,7093	0	0,7093
47-50	5	0	5	0,8675	0	0,8675
Total	1525	40	1565	37,040	2,072	39,112

Medición 5

Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
5-8	5	0	5	0,0239	0	0,0239
8-11	105	0	105	0,8511	0	0,8511
11-14	185	0	185	2,2343	0	2,2343
14-17	150	0	150	2,7041	0	2,7041
17-20	175	10	185	4,7077	0,2791	4,9867
20-23	140	10	150	4,9838	0,3531	5,3369
23-26	110	0	110	5,1261	0	5,1261
26-29	90	0	90	5,3564	0	5,3564
29-32	50	5	55	3,5762	0,3897	3,9659
32-35	20	10	30	1,7505	0,8921	2,6425
35-38	20	0	20	1,9970	0	1,9970
38-41	15	5	20	1,8020	0,6315	2,4334
41-44	10	0	10	1,3957	0	1,3957
44-47	10	0	10	1,6262	0	1,6262
50-53	5	0	5	1,0536	0	1,0536
Total	1090	40	1130	39,189	2,545	41,734

Medición 6

Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
5-8	15	0	15	0,0646	0	0,0646
8-11	35	0	35	0,2880	0	0,2880
11-14	150	0	150	1,7469	0	1,7469
14-17	115	0	115	2,1326	0	2,1326
17-20	120	10	130	3,2501	0,2851	3,5352
20-23	130	5	135	4,6570	0,1901	4,8471
23-26	95	0	95	4,5004	0	4,5004
26-29	80	0	80	4,6112	0	4,6112
29-32	65	0	65	4,7270	0	4,7270
32-35	50	10	60	4,3011	0,9080	5,2090
35-38	30	5	35	3,1209	0,5146	3,6355
38-41	15	0	15	1,7707	0	1,7707
41-44	20	0	20	2,8543	0	2,8543
44-47	0	5	5	0	0,8310	0,8310
47-50	10	0	10	1,8096	0	1,8096
53-56	5	0	5	1,1031	0	1,1031
Total	935	35	970	40,937	2,729	43,666

TRATAMIENTO 5

Parcela 5						
Medición 1						
Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
5-8	60	15	75	0,2304	0,0606	0,2910
8-11	170	110	280	1,2313	0,7775	2,0088
11-14	255	120	375	2,9575	1,4392	4,3967
14-17	150	135	285	2,7140	2,3556	5,0696
17-20	130	90	220	3,3225	2,3381	5,6606
20-23	150	85	235	5,2436	2,9072	8,1508
23-26	70	60	130	3,2089	2,7649	5,9738
26-29	50	45	95	2,7793	2,5582	5,3375
29-32	35	25	60	2,4166	1,7325	4,1490
32-35	30	15	45	2,5164	1,3093	3,8256
35-38	15	5	20	1,4849	0,4811	1,9659
Total	1115	705	1820	28,105	18,724	46,829

Parcela 9						
Medición 1						
Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
5-8	30	15	45	0,1214	0,0607	0,1821
8-11	160	160	320	1,0665	1,0665	2,1330
11-14	225	225	450	2,6889	2,6889	5,3778
14-17	115	115	230	2,1343	2,1343	4,2686
17-20	150	150	300	3,9675	3,9675	7,9350
20-23	140	140	280	4,9555	4,9555	9,9110
23-26	120	120	240	5,5006	5,5006	11,0012
26-29	65	65	130	3,7252	3,7252	7,4504
29-32	40	40	80	2,8074	2,8074	5,6148
32-35	20	20	40	1,6853	1,6853	3,3706
35-38	25	25	50	2,5469	2,5469	5,0938
38-41	5	5	10	0,5671	0,5671	1,1342
Total	1095	1095	2190	31,766	31,766	63,532

Medición 2						
Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
5-8	20	0	20	0,0884	0	0,0884
8-11	150	35	185	1,0971	0,2382	1,3353
11-14	295	110	405	3,5158	1,3170	4,8328
14-17	180	80	260	3,2393	1,4120	4,6514
17-20	135	100	235	3,4213	2,6500	6,0713
20-23	170	100	270	5,9372	3,5762	9,5134
23-26	60	60	120	2,7932	2,8141	5,6073
26-29	80	40	120	4,5411	2,3058	6,8469
29-32	35	35	70	2,4649	2,4756	4,9404
32-35	25	25	50	2,0998	2,1645	4,2644
35-38	10	0	10	0,9621	0	0,9621
Total	1160	585	1745	30,160	18,953	49,113

Medición 2						
Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
5-8	5	0	5	0,0193	0	0,0193
8-11	155	5	160	1,0907	0,0318	1,1225
11-14	220	0	220	2,6446	0	2,6446
14-17	120	0	120	2,2003	0	2,2003
17-20	150	0	150	3,9473	0	3,9473
20-23	120	0	120	4,3464	0	4,3464
23-26	105	5	110	4,8695	0,2357	5,1052
26-29	60	0	60	3,3963	0	3,3963
29-32	45	0	45	3,1603	0	3,1603
32-35	35	0	35	2,9860	0	2,9860
35-38	25	0	25	2,6484	0	2,6484
38-41	10	0	10	1,1794	0	1,1794
Total	1050	10	1060	32,488	0,268	32,756

Medición 5						
Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
5-8	10	0	10	0,0343	0	0,0343
8-11	20	0	20	0,1684	0	0,1684
11-14	175	30	205	2,1622	0,3972	2,5594
14-17	110	40	150	1,9864	0,7361	2,7225
17-20	105	70	175	2,6961	1,8538	4,5499
20-23	90	70	160	3,2535	2,5907	5,8442
23-26	100	70	170	4,4244	3,2885	7,7129
26-29	90	35	125	5,3359	2,0620	7,3979
29-32	40	35	75	2,9005	2,4162	5,3167
32-35	50	35	85	4,3949	3,0429	7,4377
35-38	15	30	45	1,6538	3,0915	4,7453
38-41	10	0	10	1,2347	0	1,2347
41-44	0	5	5	0	0,7027	0,7027
Total	815	420	1235	30,245	20,181	50,426

Medición 5						
Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
5-8	10	0	10	0,0327	0	0,0327
8-11	30	0	30	0,1984	0	0,1984
11-14	105	0	105	1,3412	0	1,3412
14-17	95	0	95	1,8051	0	1,8051
17-20	90	0	90	2,4876	0	2,4876
20-23	100	0	100	3,6704	0	3,6704
23-26	95	0	95	4,4566	0	4,4566
26-29	70	5	75	4,2490	0	4,2490
29-32	70	0	70	4,9906	0,3798	5,3704
32-35	50	0	50	4,3330	0	4,3330
35-38	25	0	25	2,6570	0	2,6570
38-41	30	0	30	3,7403	0	3,7403
41-44	0	0	0	0,6960	0	0,6960
44-47	5	0	5	0,7988	0	0,7988
Total	780	5	785	35,457	0,380	35,836

Medición 6						
Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
5-8	10	0	10	0,0413	0	0,0413
8-11	40	10	50	0,3021	0,0674	0,3695
11-14	125	0	125	1,5626	0	1,5626
14-17	100	20	120	1,8156	0,3652	2,1808
17-20	80	35	115	2,1526	0,9332	3,0858
20-23	55	35	90	2,0293	1,3489	3,3783
23-26	110	55	165	5,1018	2,5878	7,6896
26-29	55	60	115	3,2206	3,5517	6,7723
29-32	55	35	90	3,9242	2,5738	6,4980
32-35	40	20	60	3,5113	1,7346	5,2459
35-38	25	25	50	2,5227	2,6942	5,2169
38-41	25	25	50	2,9866	3,0747	6,0613
41-44	20	0	20	2,8959	0	2,8959
44-47	0	5	5	0	0,8638	0,8638
Total	740	325	1065	32,066	19,795	51,862

Medición 6						
Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
5-8	0	0	0	0	0	0
8-11	15	0	15	0,0981	0	0,0981
11-14	35	0	35	0,4224	0	0,4224
14-17	50	0	50	0,8958	0	0,8958
17-20	60	0	60	1,5447	0	1,5447
20-23	80	0	80	2,8701	0	2,8701
23-26	90	0	90	4,2770	0	4,2770
26-29	55	0	55	3,2823	0	3,2823
29-32	85	0	85	6,1616	0	6,1616
32-35	45	5	50	3,9440	0,4729	4,4169
35-38	50	0	50	5,0703	0	5,0703
38-41	25	0	25	2,9540	0	2,9540
41-44	30	0	30	4,2574	0	4,2574
44-47	10	0	10	1,5205	0	1,5205
Total	630	5	635	37,298	0,473	37,771

TRATAMIENTO 5**Parcela 12****Medición 1**

Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
5-8	725	45	770	2,2672	0,1460	2,4131
8-11	565	105	670	3,8349	0,7356	4,5705
11-14	310	70	380	3,6676	0,8095	4,4771
14-17	215	70	285	4,0002	1,2898	5,2901
17-20	205	55	260	5,2505	1,3956	6,6460
20-23	145	35	180	5,1130	1,2138	6,3268
23-26	60	30	90	2,7276	1,3970	4,1246
26-29	70	15	85	3,9607	0,8388	4,7995
29-32	45	5	50	3,2066	0,3534	3,5600
32-35	15	0	15	1,2717	0	1,2717
35-38	10	0	10	0,9900	0	0,9900
38-41	0	0	0	0	0	0
Total	2365	430	2795	36,290	8,180	44,469

Medición 2

Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
5-8	60	5	65	0,2331	0,0193	0,2523
8-11	465	60	525	3,2052	0,4290	3,6342
11-14	320	70	390	3,7086	0,8243	4,5328
14-17	250	50	300	4,6516	0,9047	5,5563
17-20	205	60	265	5,3564	1,4951	6,8515
20-23	130	35	165	4,6181	1,2297	5,8478
23-26	65	25	90	2,8955	1,1320	4,0274
26-29	75	10	85	4,2761	0,5837	4,8598
29-32	45	0	45	3,2066	0	3,2066
32-35	15	0	15	1,2576	0	1,2576
35-38	5	0	5	0,5090	0	0,5090
38-41	0	0	0	0	0	0
Total	1635	315	1950	33,918	6,618	40,535

Medición 5

Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
5-8	40	0	40	0,1711	0	0,1711
8-11	185	30	215	1,3946	0,2039	1,5984
11-14	240	40	280	2,9547	0,4805	3,4352
14-17	175	50	225	3,3998	0,9333	4,3331
17-20	195	35	230	5,2554	0,9202	6,1755
20-23	150	30	180	5,3644	0,9921	6,3566
23-26	105	35	140	4,9375	1,5981	6,5356
26-29	60	20	80	3,5391	1,1784	4,7175
29-32	65	10	75	4,7430	0,7194	5,4624
32-35	30	0	30	2,6327	0	2,6327
35-38	10	0	10	0,9982	0	0,9982
38-41	5	0	5	0,5942	0	0,5942
41-44	0	0	0	0	0	0
44-47	0	0	0	0	0	0
Total	1260	250	1510	35,985	7,026	43,011

Medición 6

Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
5-8	40	0	40	2,1425	0	2,1425
8-11	125	15	140	0,9193	0,0923	1,0116
11-14	190	35	225	2,2550	0,417	2,6720
14-17	150	15	165	2,7698	0,2884	3,0581
17-20	160	30	190	4,2720	0,7561	5,0280
20-23	195	40	235	7,0793	1,3985	8,4777
23-26	80	15	95	3,7633	0,6714	4,4347
26-29	95	25	120	5,4751	1,4242	6,8993
29-32	50	25	75	3,6386	1,7331	5,3717
32-35	35	5	40	2,9961	0,4021	3,3982
35-38	40	0	40	4,1358	0	4,1358
38-41	0	0	0	0	0	0
41-44	5	0	5	0,6796	0	0,6796
44-47	0	0	0	0	0	0
Total	1165	205	1370	40,126	7,183	47,3092

Apéndice 2

Tablas de Rodal promedio por tratamiento y medición

Tratamiento 1

Medición 1						
Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
5-8	140	98	238	0,4344	0,3283	0,7627
8-11	103	218	322	0,6891	1,4342	2,1232
11-14	97	228	325	1,1255	2,6770	3,8025
14-17	77	185	262	1,3556	3,3688	4,7244
17-20	55	197	252	1,5056	5,0189	6,5244
20-23	58	123	182	2,0767	4,3367	6,4134
23-26	60	97	157	2,7880	4,4170	7,2050
26-29	47	53	100	2,6677	3,0784	5,7461
29-32	25	22	47	1,8120	1,5761	3,3881
32-35	12	15	27	0,9941	1,3055	2,2996
35-38	2	7	8	0,1650	0,6649	0,8298
38-41	2	0	2	0,1890	0	0,1890
41-44	2	0	2	0,2420	0	0,2420
Total	678	1243	1922	16,045	28,206	44,250

Medición 2						
Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
14-17	2	0	2	0,0356	0	0,0356
17-20	15	13	28	0,4060	0,3516	0,7575
20-23	20	18	38	0,7107	0,6805	1,3911
23-26	18	30	48	0,8460	1,4286	2,2745
26-29	27	23	50	1,5497	1,3338	2,8835
29-32	15	15	30	1,0929	1,0649	2,1578
32-35	12	5	17	0,9639	0,4278	1,3917
35-38	3	3	7	0,3299	0,3299	0,6599
38-41	2	2	3	0,1940	0,1890	0,3830
44-47	2	0	2	0,2592	0	0,2592
Total	115	110	225	6,388	5,806	12,194

Medición 5						
Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
17-20	3	2	5	0,0935	0,0513	0,1449
20-23	10	5	15	0,3831	0,1811	0,5642
23-26	15	18	33	0,7138	0,8641	1,5780
26-29	22	17	38	1,2706	0,9851	2,2557
29-32	25	30	55	1,8352	2,1548	3,9899
32-35	10	13	23	0,8619	1,1787	2,0406
35-38	20	13	33	2,0867	1,3697	3,4564
38-41	2	5	7	0,1920	0,6244	0,8164
41-44	5	2	7	0,6775	0,2454	0,9230
50-53	2	0	2	0,3338	0	0,3338
Total	113	105	218	8,448	7,655	16,103

Medición 6						
Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
5-8	313	638	0	0,9710	2,0754	3,0464
8-11	47	278	0	0,2920	1,7944	2,0864
11-14	5	40	0	0,0587	0,4490	0,5077
14-17	0	7	0	0	0,1144	0,1144
17-20	3	0	3	0,0853	0	0,0853
20-23	3	3	7	0,1186	0,1325	0,2512
23-26	12	12	23	0,5679	0,5702	1,1380
26-29	18	12	30	1,0614	0,6981	1,7594
29-32	22	25	47	1,6008	1,8215	3,4223
32-35	20	23	43	1,7960	2,0371	3,8330
35-38	13	8	22	1,4007	0,8980	2,2988
38-41	7	15	22	0,8287	1,8259	2,6546
41-44	10	0	10	1,4328	0,0000	1,4328
44-47	3	3	7	0,5184	0,5278	1,0462
53-56	2	0	2	0,4003	0	0,4003
Total	478	1065	215	11,133	12,944	24,077

Tratamiento 2

Medición 1						
Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
5-8	287	32	319	0,5460	0,0875	0,6335
8-11	308	78	346	2,0575	0,5466	2,6041
11-14	217	100	317	2,5132	1,1320	3,6452
14-17	163	122	285	2,9929	2,1500	5,1428
17-20	95	143	238	2,3858	3,7819	6,1677
20-23	103	97	200	3,6797	3,4926	7,1723
23-26	70	73	143	3,1743	3,3763	6,5506
26-29	52	30	82	2,9253	1,7303	4,6556
29-32	33	15	48	2,3345	1,0453	3,3797
32-35	13	8	21	1,1413	0,7177	1,8590
35-38	2	3	5	0,1792	0,3346	0,5138
38-41	3	7	10	0,3780	0,8275	1,2055
41-44	0	2	2	0	0,2477	0,2477
Total	1347	710	2016	24,308	19,470	43,777

Medición 2						
Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
11-14	15	0	15	0,1928	0	0,1928
14-17	25	13	38	0,4527	0,2524	0,7051
17-20	58	33	91	1,4688	0,8896	2,3584
20-23	62	45	107	2,1762	1,6077	3,7840
23-26	62	47	109	2,8437	2,1774	5,0211
26-29	47	25	72	2,7214	1,4395	4,1609
29-32	25	8	33	1,7522	0,6052	2,3574
32-35	10	8	18	0,8732	0,7220	1,5951
35-38	3	2	5	0,3441	0,1650	0,5091
38-41	3	3	6	0,3933	0,3983	0,7915
44-47	0	2	2	0	0,2534	0,2534
Total	310	187	496	13,218	8,510	21,729

Medición 5						
Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
11-14	8	0	8	0,1212	0	0,1212
14-17	7	8	15	0,1242	0,1660	0,2902
17-20	42	12	53	1,1348	0,3271	1,4619
20-23	48	28	77	1,7688	1,0217	2,7905
23-26	45	37	82	2,1548	1,6856	3,8404
26-29	57	23	80	3,3717	1,3546	4,7263
29-32	38	40	78	2,7656	2,8162	5,5818
32-35	32	12	43	2,7495	1,0173	3,7667
35-38	12	7	18	1,1559	0,6770	1,8329
38-41	12	5	17	1,4205	0,6036	2,0240
41-44	3	5	8	0,4619	0,7219	1,1838
47-50	0	2	2	0,0	0,3259	0,3259
Total	303	178	482	17,229	10,717	27,946

Medición 6						
Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
5-8	57	118	175	0,15593	0,35205	0,50798
8-11	5	5	10	0,02945	0,03143	0,06088
11-14	2	2	4	0,02212	0,02528	0,0474
14-17	12	3	15	0,2221	0,0717	0,2938
17-20	28	8	36	0,7880	0,2259	1,0139
20-23	35	17	52	1,3116	0,6062	1,9178
23-26	42	35	77	1,9737	1,6401	3,6138
26-29	32	23	55	1,8936	1,3974	3,2910
29-32	58	20	78	4,1645	1,4658	5,6303
32-35	32	33	65	2,7639	2,9178	5,6816
35-38	27	13	40	2,7595	1,3866	4,1460
38-41	15	5	20	1,7899	0,6161	2,4060
41-44	8	2	10	1,1812	0,2387	1,4199
44-47	5	5	10	0,7965	0,8059	1,6023
47-50	2	0	2	0,2892	0	0,2892
53-56	0	2	2	0	0,3744	0,3744
Total	283	163	461	19,711	11,675	31,386

Tratamiento 3

Medición 1

Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
5-8	50	0	50	0,1821	0	0,1821
8-11	245	12	257	1,6783	0,0944	1,7728
11-14	280	22	302	3,1611	0,2430	3,4042
14-17	195	22	217	3,5272	0,3805	3,9077
17-20	213	13	226	5,5751	0,3542	5,9293
20-23	147	15	162	5,1476	0,5007	5,6483
23-26	97	7	104	4,4000	0,3052	4,7051
26-29	87	5	92	5,0626	0,2724	5,3350
29-32	55	5	60	4,0553	0,2557	4,3110
32-35	25	3	28	2,1483	0,2982	2,4465
35-38	17	2	19	1,6924	0,1696	1,8620
38-41	2	0	2	0,2147	0	0,2147
41-44	8	0	8	1,1384	0	1,1384
Total	1420	105	1526	37,983	2,874	40,857

Medición 2

Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
11-14	40	2	42	0,5056	0	0,5215
14-17	90	8	98	1,6382	0,1495	1,7877
17-20	140	8	148	3,6653	0,2219	3,8871
20-23	103	13	116	3,7062	0,4510	4,1573
23-26	90	7	97	4,1208	0,3213	4,4421
26-29	77	2	79	4,5149	0,0919	4,6068
29-32	55	5	60	3,8902	0,3735	4,2637
32-35	28	3	31	2,4595	0,2939	2,7533
35-38	18	3	21	1,8910	0,3396	2,2306
38-41	0	2	2	0	0,1920	0,1920
41-44	10	0	10	1,3697	0	1,3697
Total	652	53	704	27,761	2,450	30,212

Medición 5

Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
8-11	2	0	2	0,0147	0	0,0147
11-14	30	0	30	0,4003	0	0,4003
14-17	62	7	68	1,1783	0,1413	1,3196
17-20	88	7	95	2,3346	0,1992	2,5338
20-23	105	5	110	3,7555	0,1879	3,9434
23-26	85	12	97	4,0104	0,5238	4,5342
26-29	75	3	78	4,3974	0,1880	4,5855
29-32	78	5	83	5,7324	0,3760	6,1084
32-35	62	0	62	5,3754	0	5,3754
35-38	20	7	27	2,0678	0,6770	2,7448
38-41	18	3	22	2,2117	0,4147	2,6264
41-44	7	3	10	0,9171	0,4564	1,3735
44-47	7	0	7	1,0674	0	1,0674
47-50	3	0	3	0,6146	0	0,6146
Total	642	52	693	34,078	3,164	37,242

Medición 6

Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
5-8	0	0	0	0	0	0
8-11	2	0	2	0,01388	0	0,01388
11-14	22	0	22	0,2878	0	0,2878
14-17	42	3	45	0,7796	0,0713	0,8508
17-20	72	2	74	1,9162	0,0401	1,9563
20-23	70	8	78	2,6283	0,2973	2,9256
23-26	68	7	75	3,1840	0,3287	3,5127
26-29	48	10	58	2,8501	0,5887	3,4387
29-32	85	0	85	6,1494	0	6,1494
32-35	58	2	60	5,0585	0,1340	5,1926
35-38	55	3	58	5,6742	0,3347	6,0089
38-41	32	3	35	3,7887	0,4126	4,2013
41-44	13	5	18	1,8741	0,7166	2,5907
44-47	10	3	13	1,6074	0,5068	2,1142
47-50	5	0	5	0,9024	0	0,9024
50-53	5	0	5	1,0269	0	1,0269
53-56	2	0	2	0,3831	0	0,3831
Total	588	47	634	38,125	3,431	41,555

Tratamiento 4

Medición 1

Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
5-8	53	0	53	0,1829	0	0,1829
8-11	310	0	310	2,0334	0	2,0334
11-14	293	2	295	3,3712	0,0221	3,3933
14-17	210	0	210	3,7211	0	3,7211
17-20	235	2	237	6,0478	0,0473	6,0951
20-23	185	0	185	6,4823	0	6,4823
23-26	130	0	130	5,8861	0	5,8861
26-29	68	2	70	3,9344	0,1026	4,0370
29-32	37	2	39	2,6690	0,1139	2,7829
32-35	27	2	29	2,2609	0,1513	2,4123
35-38	25	2	27	2,5511	0,1650	2,7160
38-41	7	0	7	0,7712	0	0,7712
41-44	10	0	10	1,3473	0	1,3473
44-47	2	0	2	0,2534	0	0,2534
47-50	2	0	2	0,3016	0	0,3016
56-59	2	0	2	0,4253	0	0,4253
Total	1595	10	1606	42,239	0,602	42,841

Medición 2

Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
5-8	3	0	3	0,0147	0	0,0147
8-11	163	0	163	1,2130	0	1,2130
11-14	213	0	213	2,4853	0	2,4853
14-17	205	0	205	3,7354	0	3,7354
17-20	208	5	213	5,3809	0,1321	5,5130
20-23	190	2	192	6,6661	0	6,7185
23-26	122	0	122	5,5747	0	5,5747
26-29	68	2	70	3,9694	0,1026	4,0721
29-32	28	2	30	2,0717	0,1139	2,1856
32-35	28	3	31	2,3774	0,2897	2,6671
35-38	23	0	23	2,3195	0	2,3195
38-41	13	0	13	1,5932	0	1,5932
41-44	10	0	10	1,3475	0	1,3475
44-47	2	0	2	0,2534	0	0,2534
47-50	2	0	2	0,2892	0	0,2892
56-59	2	0	2	0,4179	0	0,4179
Total	1282	13	1294	39,709	0,691	40,400

Medición 5

Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
5-8	5	0	5	0,0080	0	0,0080
8-11	50	0	50	0,4140	0	0,4140
11-14	105	0	105	1,2816	0	1,2816
14-17	113	0	113	2,0858	0	2,0858
17-20	160	3	163	4,2160	0,0930	4,3091
20-23	165	3	168	5,9548	0	6,0725
23-26	130	0	130	6,1121	0	6,1121
29-32	68	2	70	4,8980	0,1299	5,0279
32-35	32	3	35	2,8428	0,2974	3,1402
35-38	22	0	22	2,2468	0	2,2468
38-41	22	2	24	2,1698	0	2,3803
41-44	20	0	20	2,8678	0	2,8678
44-47	7	0	7	1,0998	0	1,0998
47-50	2	0	2	0,3143	0	0,3143
50-53	2	0	2	0,3512	0	0,3512
59-62	2	0	2	0,4919	0	0,4919
Total	992	13	1002	42,588	0,848	43,437

Medición 6

Clase	NARB			G		
	Raulí	Roble	Total	Raulí	Roble	Total
5-8	5	0	5	0,02154	0	0,02154
8-11	13	0	13	0,11069	0	0,11069
11-14	75	0	75	0,8940	0	0,8940
14-17	78	0	78	1,4927	0	1,4927
17-20	108	3	111	2,8478	0,0950	2,9429
20-23	110	2	112	3,5343	0	3,5977
23-26	98	0	98	4,4784	0	4,4784
26-29	107	0	107	5,5483	0	5,5483
29-32	70	0	70	4,9760	0	4,9760
32-35	60	3	63	4,4981	0,3027	4,8007
35-38	28	2	30	2,6020	0	2,7735
38-41	30	0	30	3,2269	0	3,2269
41-44	20	0	20	2,3636	0	2,3636
44-47	15	2	17	1,8501	0	2,1271
47-50	8	0	8	1,5018	0	1,5018
50-53	2	0	2	0,3655	0	0,3655
53-56	3	0	3	0,7354	0	0,7354
62-65	2	0	2	0,5305	0	0,5305
Total	833	12	826	41,577	0,910	42,487

Tratamiento 5

Medición 1

Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
5-8	272	20	292	0,8730	0,0689	0,9418
8-11	298	72	350	2,0442	0,5044	2,5486
11-14	263	63	326	3,1047	0,7496	3,8542
14-17	160	68	228	2,9495	1,2151	4,1647
17-20	162	48	210	4,1801	1,2446	5,4247
20-23	145	40	185	5,1040	1,3737	6,4777
23-26	83	30	113	3,8124	1,3873	5,1997
26-29	62	20	82	3,4884	1,1323	4,6207
29-32	40	10	50	2,8102	0,6953	3,5055
32-35	22	5	27	1,8244	0,4364	2,2609
35-38	17	2	19	1,6739	0,1604	1,8343
38-41	2	0	2	0,1890	0	0
Total	1525	378	1883	32,054	8,968	41,022

Medición 2

Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
5-8	28	2	30	0,1136	0,0064	0,1200
8-11	257	33	290	1,7977	0,2330	2,0307
11-14	278	60	338	3,2897	0,7138	4,0034
14-17	183	43	226	3,3638	0,7722	4,1360
17-20	163	53	217	4,2417	1,3817	5,6234
20-23	140	45	185	4,9672	1,6020	6,5692
23-26	77	30	107	3,5194	1,3939	4,9133
26-29	72	17	89	4,0712	0,9632	5,0343
29-32	42	12	54	2,9439	0,8252	3,7691
32-35	25	8	33	2,1145	0,7215	2,8360
35-38	13	0	13	1,3731	0	1,3731
38-41	3	0	3	0,3931	0	0,3931
Total	1282	303	1586	32,189	8,613	40,802

Medición 5

Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
5-8	20	0	20	0,0794	0	0,0794
8-11	78	10	88	0,5871	0,0680	0,6551
11-14	173	23	197	2,1527	0,2926	2,4452
14-17	127	30	157	2,3971	0,5565	2,9536
17-20	130	35	165	3,4797	0,9247	4,4043
20-23	113	33	147	4,0961	1,1943	5,2904
23-26	100	35	135	4,6062	1,6289	6,2350
26-29	73	20	93	4,3747	1,0801	5,4548
29-32	58	15	73	4,2114	1,1718	5,3832
32-35	43	12	55	3,7869	1,0143	4,8011
35-38	17	10	27	1,7697	1,0305	2,8002
38-41	15	0	15	1,8564	0	1,8564
41-44	2	2	3	0,2320	0,2342	0,4662
44-47	2	0	2	0,2663	0	0,2663
Total	952	225	1177	33,895	9,196	43,091

Medición 6

Clase	NARB			G		
	Rauli	Roble	Total	Rauli	Roble	Total
5-8	17	0	17	0,7280	0	0,7280
8-11	60	8	68	0,4398	0,0532	0,4930
11-14	117	12	129	1,4133	0,1390	1,5523
14-17	100	12	112	1,8271	0,2179	2,0449
17-20	100	22	122	2,6564	0,5631	3,2195
20-23	110	25	135	3,9929	0,9158	4,9087
23-26	93	23	116	4,3807	1,0864	5,4671
26-29	68	28	96	3,9927	1,6586	5,6513
29-32	63	20	83	4,5748	1,4356	6,0104
32-35	40	10	50	3,4838	0,8699	4,3536
35-38	38	8	46	3,9096	0,8981	4,8077
38-41	17	8	25	1,9802	1,0249	3,0051
41-44	18	0	18	2,6109	0	2,6109
44-47	3	2	5	0,5068	0,2879	0,7948
Total	845	178	1005	36,497	9,150	45,647

Apéndice 3

Tablas de incremento diamétrico por tratamiento y especie

Tratamiento 1									
Clase	Parcela 2		Parcela 4		Parcela 13		Increm med trat/esp		IMTT
	Raulí	Roble	Raulí	Roble	Raulí	Roble	Raulí	Roble	
17-20	0,016	0	0	0	0	0	0,016	0	0,016
20-23	0	0,237	0,147	0	0,211	0	0,179	0,237	0,208
23-26	0,363	0,321	0	0,142	0,326	0,2	0,345	0,221	0,283
26-29	0,287	0,361	0	0,263	0,311	0,437	0,299	0,354	0,326
29-32	0,308	0,346	0,419	0,327	0,281	0,289	0,336	0,321	0,328
32-35	0,389	0,366	0,284	0,409	0,396	0,361	0,356	0,379	0,368
35-38	0,368	0,458	0	0,339	0,342	0,547	0,355	0,448	0,402
38-41	0,447	0,605	0,411	0,404	0,447	0,391	0,435	0,467	0,451
41-44	0,342	0	0,482	0	0,428	0	0,417	0	0,417
44-47	0	0,479	0,747	0,379	0,753	0	0,750	0,429	0,590
53-56	0	0	0	0	0,568	0	0,568	0	0,284

Tratamiento 2									
Clase	Parcela 1		Parcela 3		Parcela 14		Increm med trat/esp		IMTT
	Raulí	Roble	Raulí	Roble	Raulí	Roble	Raulí	Roble	
14-17	0,12	0	0,168	0	0	0	0,144		0,144
17-20	0,216	0	0,071	0,118	0,111	0,053	0,133	0,086	0,109
20-23	0,214	0,076	0,274	0,144	0,186	0,116	0,225	0,112	0,168
23-26	0,264	0,165	0,311	0,179	0,253	0,211	0,276	0,185	0,231
26-29	0,277	0	0,25	0,229	0,356	0,379	0,294	0,304	0,299
29-32	0,32	0,276	0,278	0,288	0,358	0,329	0,319	0,298	0,308
32-35	0,4	0,356	0,275	0,303	0,489	0,44	0,388	0,366	0,377
35-38	0,46	0,3	0,345	0,342	0,443	0,475	0,416	0,372	0,394
38-41	0,44	0	0	0	0,516	0,237	0,478	0,237	0,358
41-44	0,24	0	0,334	0	0,342	0	0,305	0	0,305
44-47	0	0,358	0	0,316	0,625	0,505	0,625	0,393	0,509
47-50	0	0	0	0	0,684	0	0,684	0	0,342
53-56	0	0	0	0	0	0,499	0	0,499	0,250

Tratamiento 3									
Clase	Parcela 6		Parcela 10		Parcela 15		Increm med trat/esp		IMTT
	Raulí	Roble	Raulí	Roble	Raulí	Roble	Raulí	Roble	
11-14	0,028	0	0,058	0	0	0	0,043		0,043
14-17	0,107	0	0,043	0	0,102	0,105	0,084	0,105	0,095
17-20	0,099	0	0,103	0	0,121	0,105	0,108	0,105	0,106
20-23	0,146	0	0,196	0	0,147	0,153	0,163	0,153	0,158
23-26	0,214	0	0,24	0	0,221	0,226	0,225	0,226	0,226
26-29	0,255	0,137	0,314	0	0,287	0,322	0,285	0,230	0,257
29-32	0,336	0	0,287	0	0,265	0	0,296	0	0,296
32-35	0,349	0	0,288	0	0,303	0,342	0,313	0,342	0,328
35-38	0,362	0	0,391	0	0,328	0,513	0,360	0,513	0,437
38-41	0,454	0,495	0,388	0	0,45	0,447	0,431	0,471	0,451
41-44	0,374	0,342	0,586	0	0,413	0,516	0,458	0,429	0,443
44-47	0	0	0,456	0	0,4	0	0,428		0,428
47-50	0	0	0,605	0	0,376	0	0,491		0,491
50-53	0	0	0,447	0	0,708	0	0,578		0,578
53-56	0	0	0,611	0	0	0	0,611		0,611

Tratamiento 4									
Clase	Parcela 7		Parcela 8		Parcela 11		Increm med trat/esp		IMTT
	Raulí	Roble	Raulí	Roble	Raulí	Roble	Raulí	Roble	
11-14	0,079	0	0,038	0	0,047	0	0,055		0,055
14-17	0,061	0	0,049	0	0,062	0	0,057		0,057
17-20	0,082	0	0,084	0	0,106	0,029	0,091	0,029	0,060
20-23	0,131	0	0,137	0	0,169	0,105	0,146	0,105	0,126
23-26	0,193	0	0,223	0	0,246	0	0,221	0	0,221
26-29	0,232	0	0,271	0	0,242	0	0,248	0	0,248
29-32	0,296	0	0,326	0	0,315	0	0,312	0	0,312
32-35	0,289	0	0,398	0	0,347	0,197	0,345	0,197	0,271
35-38	0,361	0	0,396	0	0,349	0,353	0,369	0,353	0,361
38-41	0,413	0	0,38	0	0,374	0	0,389	0	0,389
41-44	0,4	0	0,464	0	0,336	0	0,400	0	0,400
44-47	0,379	0	0,355	0	0	0,632	0,367	0,632	0,499
47-50	0,421	0	0,487	0	0,487	0	0,465		0,465
50-53	0,465	0	0	0	0	0	0,465		0,465
53-56	0	0	0,605	0	0,553	0	0,579		0,579
62-65	0,377	0	0	0	0	0	0,377		0,377

Tratamiento 5									
Clase	Parcela 5		Parcela 9		Parcela 12		Increm med trat/esp		IMTT
	Raulí	Roble	Raulí	Roble	Raulí	Roble	Raulí	Roble	
8-11	0,045	0	0	0	0,025	0,018	0,035	0,018	0,027
11-14	0,042	0	0,033	0	0,039	0,030	0,038	0,030	0,034
14-17	0,051	0,032	0,068	0	0,071	0,029	0,063	0,030	0,047
17-20	0,096	0,053	0,088	0	0,102	0,088	0,095	0,071	0,083
20-23	0,109	0,116	0,153	0	0,159	0,146	0,140	0,131	0,136
23-26	0,173	0,180	0,192	0	0,197	0,186	0,187	0,183	0,185
26-29	0,228	0,190	0,276	0	0,201	0,264	0,235	0,227	0,231
29-32	0,253	0,229	0,287	0	0,183	0,274	0,241	0,252	0,246
32-35	0,268	0,255	0,354	0,537	0,229	0,211	0,284	0,334	0,309
35-38	0,365	0,328	0,367	0	0,281	0	0,338	0,328	0,333
38-41	0,495	0,372	0,362	0	0	0	0,428	0,372	0,400
41-44	0,503	0	0,389	0	0,295	0	0,396	0	0,396
44-47	0	0,468	0,316	0	0	0	0,316	0,468	0,392
50-53	0	0	0,590	0	0	0	0,590		0,590

Incremento medio por Tratamiento					
	T1	T2	T3	T4	T5
8-11					0,027
11-14			0,043	0,055	0,034
14-17		0,144	0,095	0,057	0,047
17-20	0,016	0,109	0,106	0,060	0,083
20-23	0,208	0,168	0,158	0,126	0,136
23-26	0,283	0,231	0,226	0,221	0,185
26-29	0,326	0,299	0,257	0,248	0,231
29-32	0,328	0,308	0,296	0,312	0,246
32-35	0,368	0,377	0,328	0,271	0,309
35-38	0,402	0,394	0,437	0,361	0,333
38-41	0,451	0,358	0,451	0,389	0,400
41-44	0,417	0,305	0,443	0,400	0,396
44-47	0,590	0,509	0,428	0,499	0,392
47-50	0	0,684	0,491	0,465	0
50-53	0	0	0,578	0,465	0,590
53-56	0,568	0,250	0,611	0,579	
62-65				0,377	

Apéndice 4

Ejemplo para la estimación de parámetros de Weibull

Un ejemplo para la estimación de los parámetros de Weibull

Para un rodal de 40 años, y 385 árboles por hectárea, y con una distribución diamétrica, como se presenta en la tabla 1. El diámetro medio es 8.9 cm con varianza de 8.6.

El valor del parámetro de forma de Weibull (c) puede ser encontrado usando la media y la varianza. Así, cuando u es la media y $\hat{\sigma}$ es la desviación estándar del ejemplo y cuando a es un parámetro de localización apropiado, el valor del parámetro de forma de Weibull, c , puede ser estimado al encontrar el valor de $(u-a)/\hat{\sigma}$ en el cuerpo de la Tabla 1 e interpolando para encontrar el mejor valor de c desde la columna del lado izquierdo. En este ejemplo, solo son incluidos los árboles sobre los 2 cm de diámetro; así el parámetro de localización a es fijado en 2. La razón $u_a/\hat{\sigma} = 6.9/\sqrt{8.6} = 2.353^1$. Al encontrar 2.353 en el cuerpo de la tabla 1 e interpolando, uno encuentra el correspondiente valor de $c = 2.519$. El parámetro de escala b es encontrado al ingresar el valor del parámetro de forma $c = 2.519$ en el cuerpo de la tabla 2, y multiplicando este resultado por u_a . Por lo tanto, el valor del parámetro b es $(1.127) * (6.9) = 7.776$.

Tabla 1. Comparación de las distribuciones diamétricas de Weibull estimados por el método de los momentos.

Clase diamétrica (cm)	Distribución diamétrica observada ¹ (N/ha)	Distribución diamétrica estimada: método de los momentos ² (N/ha)
2- 3.9	9	12
4- 5.9	60	53
6- 7.9	89	91
8- 9.9	90	98
10-11.9	77	74
12-13.9	41	39
14-15.9	19	14
≥ 16.0	0	4
Total	385	385

¹ McArdle et al.(1949); Clase de Sitio II, edad 40 años.

² Parámetros de Weibull : $a = 2.0$; $b = 7.776$; $c = 2.519$.

¹ $u_a = u - a$ (la media del ejemplo – parámetro de localización a).