



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales

**CUANTIFICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA  
AÉREA EN UNA PLANTACIÓN DE 5 AÑOS DE  
*Eucalyptus nitens* (MAIDEN) CON ALTERNATIVAS  
NUTRICIONALES EN UN SUELO ROJO ARCILLOSO.**

Profesor Guía: Sr. Víctor Gerding S.

Tesis de grado presentada como parte  
de los requisitos para optar al título  
de **Ingeniero Forestal**

**CARLOS FERNANDO SAAVEDRA CÁRCAMO**

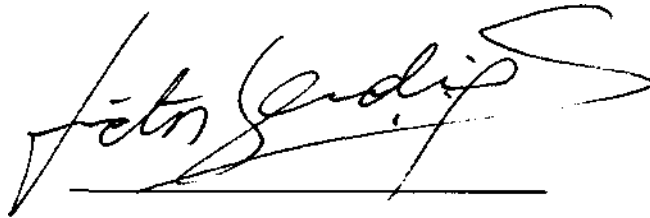
VALDIVIA

2005

## CALIFICACIÓN DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

Profesor Guía:	Sr. Víctor Gerding Salas	6,3
Informante:	Sr. Juan Schlatter Vollmann	6,5
Informante:	Sr. Víctor Sandoval Vasquez	6,7

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



Sr. Víctor Gerding Salas S.

Gracias Dios por permitirme alcanzar esta meta.

Gracias Papito por ser un ejemplo de Vida.

Gracias Mamita por estar siempre conmigo.

Gracias Mirza por ser mi apoyo.

Gracias Profesores por su vocación y entrega.

A toda mi familia...

## INDICE DE MATERIAS

	<b>página</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA</b>	<b>2</b>
2.1 CARACTERIZACION DE LA ESPECIE <i>Eucalyptus nitens</i> MAIDEN	2
2.2 SUELOS ROJOS ARCILLOSOS	4
2.3 BIOMASA	5
<b>3. MATERIAL Y METODO</b>	<b>8</b>
3.1 CARACTERIZACION DEL ENSAYO	8
3.1.1 Ubicación del ensayo	8
3.1.2 Clima	9
3.1.3 Suelos	9
3.1.4 Caracterización de los tratamientos de fertilización	10
3.2 EVALUACIÓN DEL ENSAYO	10
3.2.1 Medición de variables de rendimiento	10
3.2.2 Muestras de biomasa aérea	11
3.2.3 Procedimientos de cálculos para estimar la biomasa aérea de la copa y del fuste de cada árbol	13
3.2.3.1 Cálculo de la biomasa de la copa	14
a) Contenido de humedad de las muestras	15
b) Proporciones de los componentes húmedos	15
c) Peso húmedo de los componentes	15
d) Peso seco de los componentes	15
e) Peso seco total de la copa	16
3.2.3.2 Cálculo de la biomasa del Fuste	16
a) Proporción de madera y corteza en la rodela	16
b) Peso húmedo de la madera y corteza del trozo	17
c) Contenido de humedad de las muestras de madera y corteza	18
d) Contenido de humedad de la madera y de la corteza ponderada con el diámetro	18
e) Peso seco de la madera y la corteza	18
3.2.4 Determinación de la biomasa aérea total por hectárea	18
3.2.4.1 Biomasa aérea total según clases diamétricas	18
3.2.4.2 Biomasa aérea total según la suma de los pesos secos estimados por árbol individual	19
3.2.4.3 Biomasa aérea total según la clase diamétrica central	19
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>20</b>
4.1 ESTRUCTURA DE LA PLANTACION	20
4.2 CANTIDAD DE BIOMASA AEREA	20
4.2.1 Biomasa aérea por componente y total	24

4.2.2	Biomasa aérea total distribuida por clase diamétrica	25
4.3	DISTRIBUCIÓN DE LA BIOMASA AEREA	25
4.3.1	Proporción de los componentes de la biomasa aérea con respecto a la biomasa aérea total	25
4.3.2	Proporción de biomasa en la copa y a lo largo de fuste	29
5.	<b>DISCUSION</b>	33
6.	<b>CONCLUSIONES</b>	37
7.	<b>RESUMEN</b>	38
8.	<b>SUMMARY</b>	39
9.	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	40
	<b>ANEXOS</b>	

## INDICE DE FIGURAS

	<b>página</b>
1. Distribución y cantidad de biomasa aérea de <i>E. nitens</i> en un suelo Rojo arcilloso.	6
2. Ubicación del predio Pichimaule.	8
3. Disgregación del árbol en sus componentes para la obtención de muestras y determinación del contenido de humedad y peso seco.	12
4. Diagrama de flujo que ilustra los pasos seguidos para la determinación de la biomasa de la copa en cada tercio de ella.	14
5. Diagrama de flujo que ilustra los pasos seguidos para la determinación de la biomasa del fuste.	16
6. Esquema que muestra las variables para la determinación del peso húmedo de la madera y de la corteza del trozo.	17
7. Estructura diamétrica y densidad de plantación por hectarea por tratamiento.	21
8. Relación altura diámetro en cada tratamiento.	22
9. Relación de la biomasa aérea total por árbol (y) con el DAP (x) en cada tratamiento.	23
10. Biomasa aérea total por tratamiento obtenida mediante tres procedimientos de cálculo diferentes	23
11. Biomasa aérea total y por componente.	24
12. Biomasa aérea total distribuida por clase diamétrica para cada tratamiento	26
13. Proporción de los componentes de la biomasa aérea con respecto al total.	27
14. Distribución porcentual de los componentes de la biomasa aérea por clase diamétrica y tratamientos.	28
15. Variabilidad de los componentes de la biomasa por tratamiento.	29
16. Distribución porcentual de la biomasa de la copa agrupada en los tercios inferior, medio y superior. Promedios por tratamientos.	30
17. Distribución de la biomasa de hojas (adultas y jóvenes) en cada tercio de la copa viva.	31
18a. Proporción de biomasa en el fuste procedente del árbol medio por tratamiento.	32
18b. Proporción de biomasa del fuste por clase diamétrica en el tratamiento B0.	32
19. Comparación de IMA en biomasa aérea total y por componentes entre los 4 y 5 años de edad para los tratamientos B1 y T0. Datos de 4 años según Aparicio (2001).	34
20. Variación en la distribución de la biomasa aérea de la copa y del fuste de <i>E. nitens</i> entre los 4 y 5 años. Datos de 4 años según Aparicio (2001).	36

## INDICE DE CUADROS

	<b>página</b>
1. Antecedentes de crecimiento de <i>Eucalyptus nitens</i> en Chile.	2
2. Biomasa de <i>Eucalyptus nitens</i> , <i>Eucalyptus fastigata</i> y <i>Eucalyptus regnans</i> .	3
3. Tratamientos considerados para este estudio, resultantes de la combinación entre fertilización preplantación (junio de 1996) y fertilizaciones posplantación (octubre de 1996, septiembre de 1997 y agosto de 1999).	11
4. Nomenclatura de las fórmulas para la determinación de biomasa.	13
5. Diferencias porcentuales de la biomasa aérea total entre el testigo sin fertilizar T0 y los tratamientos fertilizados pre y posplantación, e incremento medio anual de la biomasa por tratamiento.	24



# 1 INTRODUCCION

Desde la década de 1980 ha existido un incremento en la utilización de la biomasa como unidad de medida en el campo forestal (Crow, 1978; Madgwick y Kreh, 1980), debido a los distintos usos que se le está dando al bosque. Es así como actualmente, ramas, hojas, frutos y corteza son considerados como comerciales. Para ello es necesario cuantificar separadamente lo que es el fuste, productos de madera, y lo que es la corteza, hojas, ramas y frutos, como materias primas para alimentos, astillas, leña, aceites esenciales, taninos y fines farmacéuticos (Kannegiesser, 1987; Ker, 1980).

Como una estrategia para el desarrollo de una mayor cantidad de tejidos productores (ramas, hojas y raíces) antes del cierre de copas, el bosque demanda una mayor cantidad de elementos nutritivos desde el suelo en la fase de crecimiento acelerado lo que coincide con una mayor producción de biomasa total. Esto implica una mayor extracción de elementos nutritivos por parte de los árboles desde las reservas del suelo y escaso retorno de tejidos al suelo predominando un flujo de elementos en el sentido de los árboles. Luego que en el bosque se produce el cierre de copas comienza a retornar una cantidad importante de tejidos al suelo pasando a constituirse en una reserva nutritiva importante, lo que implica que la extracción de elementos nutritivos por parte de los árboles desde las reservas del suelo disminuye (Schlatter, 1996). Debido a lo anterior es necesario recurrir a la fertilización cuando el suelo no es capaz de satisfacer las exigencias nutricionales y permitir un crecimiento apropiado del bosque. Para lograr dosis adecuadas en la fertilización es necesario considerar aspectos del balance nutritivo como los requerimientos nutricionales de la especie a plantar, la oferta nutricional del suelo y la disponibilidad económica del propietario, entre otras.

En cuanto a los requerimientos nutricionales de la especie *Eucalyptus nitens* (Dean et Maiden) Maiden existe escasa información, no obstante que es la especie de rápido crecimiento que ha logrado una mayor expansión en el sur de Chile (Celhay et al., 1999). Por otra parte, el análisis de rendimiento en biomasa constituye el fundamento para identificar las exigencias nutricionales de la especie. Respecto a lo anterior el Instituto de Silvicultura<sup>1</sup> de la Universidad Austral de Chile junto con la empresa Pürsting-Ludwing y Cía. Ltda., desarrollan desde 1996 un ensayo de fertilización de *Eucalyptus nitens*, en un suelo rojo arcilloso. Este estudio considera fertilización pre y posplantación en concentraciones variables tanto de macro como de micronutrientes, adquiriendo mayor importancia el elemento fósforo, puesto que es el más deficitario en este tipo de suelos.

Como una forma de cuantificar el rendimiento de *E. nitens* a los 5 años de edad se estudió su biomasa aérea con el objetivo general de evaluar seis opciones de manejo nutritivo en esta especie sobre un suelo rojo arcilloso. Los objetivos específicos son:

- Cuantificar la biomasa aérea de *E. nitens*.
- Identificar la distribución de los componentes de biomasa aérea de *E. nitens*.

---

<sup>1</sup>Proyecto FONDECYT 1010174: "Manejo nutritivo de *Eucalyptus nitens* hasta la etapa de culminación cuantitativa del incremento corriente anual, en suelo Rojo arcilloso de la X Región"; Proyecto DID-UACH S-2000-24: "Productividad y biomasa de *Eucalyptus nitens* al 4º año de crecimiento en el suelo rojo arcilloso, con alternativas nutricionales para una silvicultura sustentable".

## 2 REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1 CARACTERIZACION DE LA ESPECIE *Eucalyptus nitens* MAIDEN

El *Eucalyptus nitens*, conocido también con el nombre vernáculo de *Shining gum*, pertenece al grupo denominado *Southern blue gum*, que incluye al *Eucalyptus globulus*. Pertenece al subgénero *Symphyomyrtus* y a la sección *Maidenaria* (INFOR, 1986). Penfold (1961) lo describe como un árbol que alcanza 55 m de altura y diámetros de 0,9-1,2 m. Esta especie posee un tronco recto con corteza lisa, que se desprende en tiras, al igual que las especies del grupo.

Purnell y Lundquist (1986) mencionan que el *Eucalyptus nitens* es originario del sudeste de Australia, distribuyéndose latitudinalmente desde los 30°30' S hasta los 38°00' S y su rango de distribución altitudinal abarca desde los 600 hasta los 1.600 m s.n.m. Naturalmente se encuentran en los estados de Victoria y New South Wales (INFOR, 1986).

Esta especie se desarrolla en un clima templado en altura, con veranos sin temperaturas muy altas e inviernos muy fríos, pudiendo soportar temperaturas de hasta -15°C. Las precipitaciones varían anualmente entre 750 y 1.750 mm y están distribuidas mayormente durante el verano en el norte de New South Wales y en invierno en Victoria (INFOR, 1986; Purnell y Lundquist, 1986).

Los suelos arcillosos y los podzoles bien drenados y profundos son los más favorables para el desarrollo de *E. nitens*.

En Chile, debido a su tolerancia al frío y al buen crecimiento, *E. nitens* se planta en forma intensiva desde fines de la década de 1980, sobre todo en las Regiones VIII a X (Jayawickrama *et al.*, 1993; Celhay *et al.*, 1999).

Resultados relacionados al crecimiento y biomasa de *Eucalyptus spp.* de edades similares a este estudio, se presentan en los cuadros 1 y 2. Cabe señalar que estos valores corresponden a situaciones de desarrollo particulares en sitios específicos y el objetivo es compararlos con los valores presentados en este estudio.

Cuadro 1. Antecedentes de crecimiento de *Eucalyptus nitens* en Chile.

EDAD (años)	DENSIDAD (árboles/ha)	DAP (cm)	ALTURA (m)	FUENTE
16	2.200	19,3	18,4	INFOR, 1986
15	1.400	25,0	23,5	
15	2.133	20,9	18,1	
15	2.166	23,7	22,9	
10	1.600	15,3	18,0	
6	1.480	14,7	16,6	UICT, 2000
4	1.784	12,9	13,2	Aparicio, 2001
7	1.380	14,8	17,0	Muñoz, 2002
7	1.380	15,5	14,1	
7	1.480	14,4	15,8	

Cuadro 2. Biomasa de *Eucalyptus nitens*, *Eucalyptus fastigata* y *Eucalyptus regnans*.

Especie, edad y Componente	Biomasa (t/ha)	IMA (t/ha/año)	Fuente
<i>E. nitens</i> , 4 años			
Hojas	9,4	2,4	Madgwick <i>et al.</i> , 1981
Ramas	11,2	2,8	
Corteza	7,6	1,9	
Madera	52,1	13,0	
Total	80,3	20,1	
<i>E. nitens</i> , 4 años			
Hojas	15,2	3,8	Aparicio, 2001
Ramas	15,8	4,0	
Corteza	7,8	2,0	
Madera	51,4	12,9	
Total	90,3	22,6	
<i>E. nitens</i> , 7 años			
Hojas	11,4	1,6	Muñoz, 2002
Ramas	14,7	2,1	
Corteza	12,2	1,7	
Madera	93,1	13,3	
Total	131,4	18,8	
<i>E. regnans</i> , 7 años			
Hojas	10,5	1,5	Frederick <i>et al.</i> , 1985
Ramas	29,9	4,3	
Corteza	15,0	2,1	
Madera	142,7	20,4	
Total	198,1	28,3	
<i>E. fastigata</i> , 4 años			
Hojas	10,6	2,7	Madgwick <i>et al.</i> , 1981
Ramas	13,1	3,3	
Corteza	4,6	1,2	
Madera	33,6	8,4	
Total	61,9	15,5	

La densidad de *Eucalyptus nitens* afecta el balance hídrico y la distribución espacial y temporal del agua edáfica. Existe una relación directa entre la cantidad de agua involucrada en la evapotranspiración y la densidad del rodal. La mayor biomasa aérea que tienen los rodales más densos aumenta las pérdidas de agua por intercepción, además ejercen una mayor demanda sobre el agua edáfica por transpiración (Huber *et al.*, 1998). En los climas mediterráneos, el agua es el factor más importante que controla la productividad del *Eucalyptus spp.*, por lo que las sequías han sido un importante factor que ha limitado el crecimiento de estas especies (Donoso *et al.*, 2001).

## 2.2 SUELOS ROJO ARCILLOSOS

El material de origen del suelo rojo arcilloso concerniente a este estudio proviene de cenizas y *loess* volcánico antiguo (Leiva, 2000). En la X Región estos suelos se encuentran principalmente en la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa, a lo largo de prácticamente toda la región, hacia el este están limitados por los trumaos de la Depresión Intermedia (Schlatter *et al.*, 1995). Ocupan en la X Región una superficie aproximada de 480 mil hectáreas (Torres, 1994).

La serie Crucero, correspondiente a este estudio, presenta colores rojizos en todo el perfil, en los horizontes superiores las texturas son franco arcillosas o arcillosas y estructura poliédrica y prismática (Fajardo, 1975; Schlatter *et al.*, 1995; Morandé *et al.*, 1997). Presenta densidades aparentes medias y suelos moderadamente profundos a profundos con una alta capacidad de retención de agua aprovechable. Debido a las características topográficas y las bajas velocidades de infiltración, estos suelos presentan una gran susceptibilidad a la erosión.

Por otra parte, entre las características químicas de esta serie, los horizontes superiores presentan una reacción fuertemente ácida a moderadamente ácida, acidez que aumenta hacia el sur de su distribución geográfica, dado por un aumento en la pluviometría (Fajardo, 1975; Torres, 1994). La capacidad de intercambio catiónico de estos suelos es media a baja con valores que fluctúan entre 29,2 y 49,9 cmol+/kg (Sadzawka y Carrasco, 1985). Urrutia (1983) concluye que estos suelos tienen una moderada capacidad de fijación de fósforo. Presentan niveles medios de materia orgánica total, disminuyendo bruscamente en profundidad después del primer horizonte (Besoain, 1985; Sadzawka y Carrasco, 1985). Los suelos rojos arcillosos de la X Región presentan altos contenidos de aluminio intercambiable (Campillo, 1994). Los niveles de fósforo son bajos a medios (Campillo, 1994).

Una descripción más actualizada hecha por CIREN (2001) caracteriza la serie Crucero como suelos profundos, que se presentan en la Depresión Intermedia a alturas entre los 150 y 200 m s. n. m. Originados a partir de cenizas volcánicas depositadas sobre sedimentos fluvio-glaciales. En superficie son de color pardo muy oscuro y textura arcillo limosa en profundidad. Bien estructurado en todo el perfil y con rasgos de iluviación en las caras de los agregados en el horizonte B2. Buen arraigamiento hasta los 64 cm, haciéndose escasas las raíces en los horizontes más profundos. El substrato es una toba compactada impermeable al paso de agua y raíces. La topografía es ligeramente ondulada con 2 a 5% de pendiente, con buen drenaje.

## 2.3 BIOMASA

Desde la década de 1970 ha existido un incremento en la utilización de la biomasa como unidad de medida en el campo forestal (Crow, 1978; Madgwick y Kreh, 1980), debido a los distintos usos que se le está dando al bosque. Especialmente en las zonas templadas, se ha producido un cambio notable: se ha dejado de considerar el bosque sólo como un sistema de producción de madera a partir del tronco porque se ha considerado que todo el recurso orgánico es importante (Hitchcock y McDonnell, 1979). Como hasta el 50% del peso en verde del árbol completo puede corresponder a ramas, follaje y al sistema tocón y raíces (Young, 1979), los datos fidedignos sobre la biomasa pueden ayudar a concebir el bosque como un proveedor de energía en gran escala. Es así como actualmente, ramas, hojas, frutos y corteza son considerados como comerciales. Para ello es necesario cuantificar separadamente lo que es el fuste, productos de madera, y lo que es la corteza, hojas, ramas y frutos, como productos de alimento, astillas, leña, aceites esenciales, taninos y fines farmacéuticos (Kannegiesser, 1997; Ker, 1980).

Clark (1979) define el concepto de biomasa forestal como el volumen total de plantas vivas de todas las especies en un momento dado y puede dividirse en tres grupos principales: árboles, arbustos y otra vegetación. El árbol completo se compone de una serie de partes que abarca las raíces, el tocón, el tronco, las ramas y el follaje.

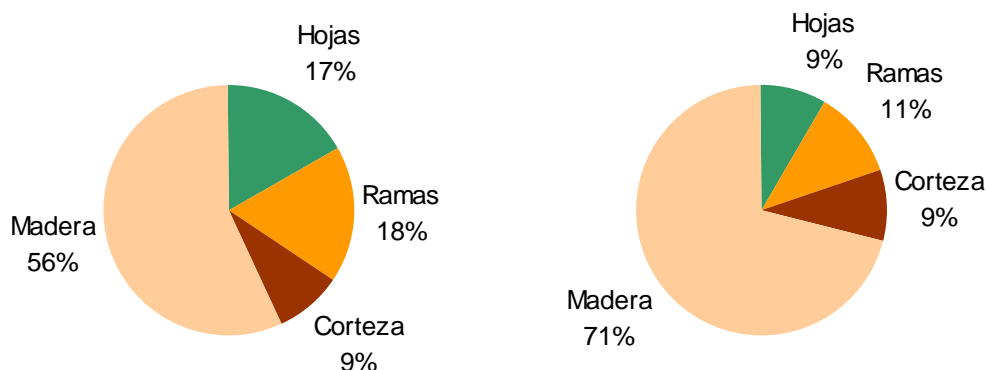
La biomasa se mide en unidades de volumen, peso verde y peso seco. En todos los casos, salvo cuando se trate del peso seco, deberá indicarse el grado de humedad (FAO, 1981).

La biomasa o sustancia vegetal es producida por el fenómeno del crecimiento. El crecimiento de las plantas es posible a través del proceso de la fotosíntesis, proceso base de la producción vegetal (Schlatter, 1996). El nivel de producción vegetal está determinado por los factores del crecimiento: clima, suelo y especie forestal. Una mayor productividad de un sitio generará una mayor producción de biomasa. Esta biomasa vegetal contiene cantidades variables de elementos nutritivos que son utilizados para el crecimiento de los árboles (Muñoz, 2002). Presenta variaciones según la especie, edad, densidad, sitio, silvicultura, época del año y técnicas de muestreo. Todo ellos determinantes en relación al peso seco y a los productos a obtener (Madgwick, 1979; Pardé, 1980).

Existen diversos métodos directos o indirectos para medir o estimar la biomasa. Los métodos indirectos consisten en una serie de mediciones de volumen, densidad de los componentes del árbol, contenido de clorofila, índice de área foliar, tasa de respiración del suelo y sociología vegetal. Para cuantificar la biomasa los métodos directos corresponden a métodos de cosecha o destructivos en los cuales se eligen árboles al azar que representan las características medias del rodal. El procedimiento general para estimar el peso seco de cada árbol mediante un muestreo destructivo se basa en las variaciones siguientes (Hitchcock y McDonnell, 1979; Garcinuño, 1995; Aparicio 2001):

- Talar el árbol y separar los materiales según los componentes del árbol completo.
- Dividir y pesar los componentes por secciones.
- Tomar submuestras de cada componente.
- Determinar el volumen de las submuestras por inmersión en agua u otros métodos (facultativo).
- Secar al horno y pesar las submuestras.
- Determinar el peso total del material secado al horno de cada sección.
- Aplicar factores de densidad, de peso verde y peso seco para cada componente.
- Sumar los pesos de los componentes al peso del árbol completo.

En la figura 1 se observan los valores de biomasa aérea por componentes y totales, además de su distribución en porcentaje para la especie de *Eucalyptus nitens* de 4 años establecida en un suelo rojo arcilloso y de 7 años en suelo ñadi, desarrolladas por Aparicio (2001) y Muñoz (2002) respectivamente. En ambos estudios se aprecia una mayor contribución del fuste al total de biomasa aérea, en comparación con la copa. En esta última los valores de biomasa de ramas y de hojas se mantienen aproximadamente constantes a pesar de la diferencias de edad y de sitio de estos estudios. Por otra parte, una mayor diferencia en la producción de biomasa de fuste en el suelo ñadi se puede deber a un estado de madurez más avanzado (fustal) de parte de la plantación de 7 años de *E. nitens*.



<i>E. nitens</i> , 4 años	Biomasa t/ha
Hojas	15,2
Ramas	15,8
Corteza	7,8
Madera	51,4
Total	90,3

<i>E. nitens</i> , 7 años	Biomasa t/ha
Hojas	11,4
Ramas	14,7
Corteza	12,2
Madera	93,1
Total	131,4

Figura 1. Distribución y cantidad de biomasa aérea de *E. nitens* en un suelo rojo arcilloso (Aparicio, 2001) y un suelo ñadi (Muñoz, 2002).

La influencia de una fertilización con nitrógeno y fósforo en el crecimiento en biomasa de los componentes aéreos y subterráneos de *E. nitens* fue estudiado por Misra *et al.* (1998), en una plantación con dos tratamientos de fertilización: sin fertilizar y otro en el cual se pusieron 600 y 300 kg/ha de nitrógeno y fósforo respectivamente aplicados 2 y 26 meses después de la plantación. Entre los resultados obtenidos se indica que la aplicación de fertilizantes incrementó el contenido de nitrógeno y fósforo en los componentes aéreos y subterráneos de *E. nitens* comparados con los no fertilizados, particularmente después de la segunda aplicación a los 26 meses después de la plantación. En respuesta al nitrógeno y fósforo aplicado a los 26 meses se produjo un mayor incremento en el crecimiento de la parte aérea de los árboles que para la subterránea. Este cambio en la distribución relativa de la biomasa después de la fertilización fue asociado a un aumento en la contribución de fósforo en la parte aérea, comparada con los componentes de la parte subterránea. Por su parte Aparicio (2001) y Moldenhauer (2003) en otros estudios de biomasa de raíces de *E. nitens* a los 4 y 5 años respectivamente señalan que tratamientos de fertilización tuvieron un efecto significativo en el crecimiento de biomasa aérea pero no así en la cantidad y en la distribución de la biomasa de raíces, constituyendo las raíces finas y gruesas (sin la raíz principal) a los 5 años alrededor de 7% respecto de la biomasa aérea.

### 3 MATERIAL Y METODO

#### 3.1 CARACTERIZACION DEL ENSAYO

##### 3.1.1 Ubicación del ensayo

El ensayo se estableció en el predio Pichimaule, de propiedad de Pürstinger-Ludwig y Cía. Ltda., situado en la precordillera costera de la Décima Región, provincia de Llanquihue, en el noroeste de la comuna de Fresia, como lo indica la figura 1. La altitud aproximada es de 200 m s. n. m. Una caracterización detallada del área y del ensayo se encuentra en Leiva (2000), Staub (2000) y Aparicio (2001).

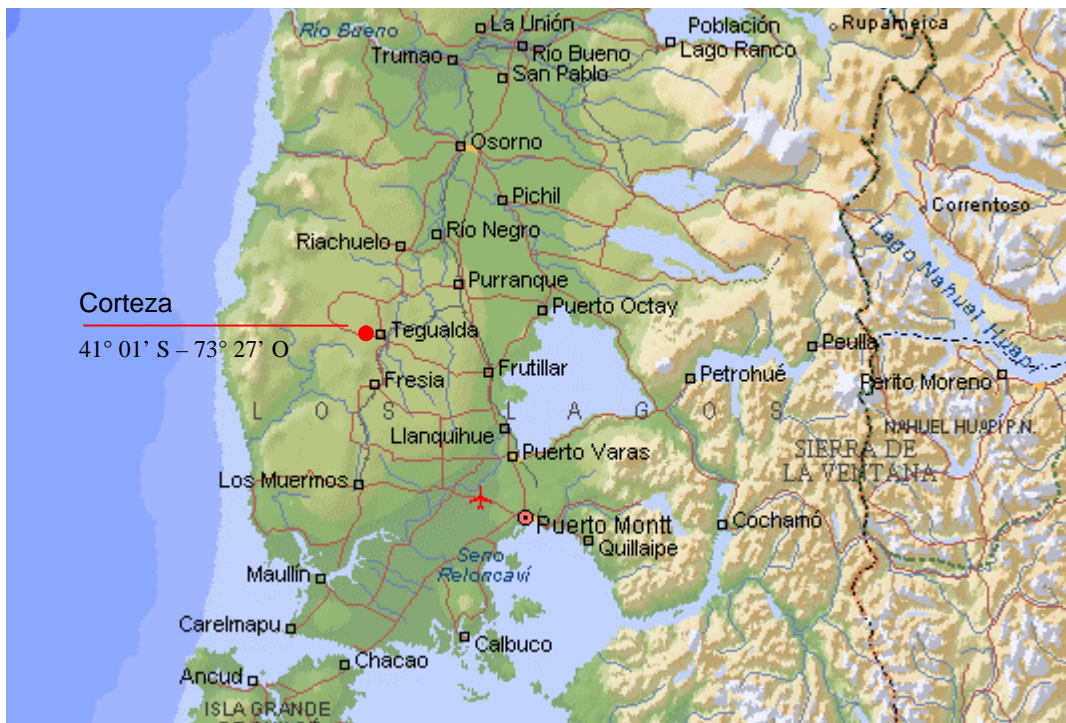


Figura 2. Ubicación del predio Pichimaule.



### 3.1.2 Clima

El clima del sector corresponde al de costa occidental con influencia mediterránea de acuerdo a la clasificación de Köppen (Donoso, 1992). Éste se caracteriza por un régimen térmico invernal moderado a desfavorable, con un invierno riguroso con 20-30 días al año con heladas, un período libre de heladas de 150-200 días/año y con una temperatura mínima anual de  $-6^{\circ}\text{C}$  presente en un mes del año. Presenta un régimen de humedad adecuado a moderado, con una precipitación anual elevada de 1.600-2.000 mm, con excedentes para el consumo de la vegetación y con un periodo seco que puede extenderse 1-3 meses al año. En tanto, presenta un moderado régimen de humedad estival, caracterizado por un índice hídrico estival que indica mayor evapotranspiración que precipitaciones en ese período (Schlatter *et al.*, 1995).

Sus limitantes generales son la frecuencia de heladas y la ocurrencia de heladas periódicas pronunciadas, además de un periodo de 1 a 3 meses relativamente secos en verano (Schlatter *et al.*, 1995).

### 3.1.3 Suelos

El ensayo se ubica en un suelo rojo arcilloso de la serie Crucero, miembro de la familia media, mésica de los Acrudoxic Hydric Hapludands (Andisol) (CIREN, 2001). Esta serie presenta suelos profundos, que se presentan en la Depresión Intermedia en alturas entre los 150 y 200 m s.n.m. Originados a partir de cenizas volcánicas depositadas sobre sedimentos fluvioglaciales.

Originalmente estos terrenos fueron cubiertos por el tipo forestal siempreverde, según la tipología propuesta por Donoso (1992), pero posteriormente fueron habilitados para usos agrícolas y/o ganaderos por lo cual fueron rozados y quemados en la mayoría de los casos, convirtiéndose finalmente en praderas de pastoreo.

La caracterización hecha en terreno entregó como resultado una profundidad de solum de 140 cm, de cenizas que se encuentran depositadas sobre conglomerado volcánico multicolor muy meteorizado con textura arcillosa (Mella y Khüne, 1985), estructura que va desde grumosa en superficie a masiva y prismática en profundidad, consistencia friable a muy friable, colores 7,5 YR 2/2 en superficie, 10 YR 4/4 en profundidad y densidades aparentes desde  $0,59\text{ g/cm}^3$  en el horizonte A a  $1\text{ g/cm}^3$  en el horizonte BC (Aparicio, 2001; Leiva, 2000; Staub, 2000).

El suelo (0-20 cm) es fuertemente ácido, rico en materia orgánica, nitrógeno, magnesio y potasio; presenta altos niveles de hierro, manganeso y aluminio intercambiables, niveles medios de cobre, zinc y azufre; es pobre en fósforo y de muy bajo contenido de sodio (Aparicio, 2001).

Las principales limitantes que presenta este suelo para el desarrollo de la vegetación arbórea corresponden al régimen de elementos nutritivos: altos niveles de aluminio

intercambiable, muy baja disponibilidad de fósforo y baja oferta de bases. No presenta restricciones importantes desde el punto de vista físico (Aparicio, 2001; Leiva, 2000; Staub, 2000).

### **3.1.4 Caracterización de los tratamientos de fertilización**

En marzo de 1996 se inició la preparación del terreno con aplicaciones de herbicidas en la totalidad de la superficie del ensayo (32,7 ha). En mayo se subsoló a 50 cm de profundidad en las líneas de plantación. En junio de 1996, antes de plantar se establecieron tres áreas experimentales con fuentes de fósforo de baja solubilidad, un área experimental con encalado y un área experimental de control (sin fertilizar) (Aparicio, 2001; Leiva, 2000; Staub, 2000). La plantación se realizó en junio de 1996 a una densidad programada de 1.626 plantas por hectárea con plantas producidas en contenedores con semillas provenientes de Victoria Central, Australia. Se realizó un control químico y manual posplantación de las malezas.

En octubre de 1996, septiembre de 1997 y agosto de 1999 tanto en las áreas experimentales de fertilización base preplantación como en el área original de control, se aplicaron tratamientos de fertilización posplantación, incluido un control, determinando una variada gama de opciones nutricionales (Aparicio, 2001). No obstante, para el desarrollo del presente estudio se consideraron seis tratamientos (cuadro 3).

## **3.2 EVALUACIÓN DEL ENSAYO**

### **3.2.1 Medición de variables de rendimiento**

En cada tratamiento indicado en el cuadro 3 se instaló una parcela experimental de 50 x 50 m, con una superficie de 2.500 m<sup>2</sup> y compuesta por 420 árboles aproximadamente. Allí se midió el DAP de 100-120 árboles por tratamiento, elegidos al azar.

Con relación a la medición de la altura total, ésta no se realizó con instrumentos de medición debido a que la densidad alta de la plantación y la superposición de las copas no permitió identificar los ápices de los árboles. En forma alternativa, se midió la altura total de los árboles talados en los seis tratamientos para la evaluación de biomasa. Con los datos de altura y DAP se ajustó una función de altura para cada tratamiento. El inventario se realizó en el mes de marzo del año 2001 (plantación de 4 años y 9 meses de edad).

Cuadro 3. Tratamientos considerados para este estudio.

Fertilización base preplantación (1)	Fertilización posplantación octubre 1996 kg/ha (2)	Fertilización posplantación septiembre 1997 kg/ha (3)	Fertilización posplantación agosto 1999 kg/ha (4)	Tratamiento (5)
Bifox 49 kg/ha de P (8 ha)	36 N, 19,6 P, 4,7K + micronutrientes	48 P, 45 N, 10K, B, Cu y Zn	230N + 100P	B1
	Sin fertilizar	Sin fertilizar	Sin fertilizar	B0
Roca Fosfórica Carolina del Norte 54 kg/ha de P (6,1 ha)	36 N, 19,6 P, 4,7 K + micronutrientes	48 P, 45 N, 10K, B, Cu y Zn	230 N, 100 P	R1
	Sin fertilizar	Sin fertilizar	Sin fertilizar	R0
Control sin fertilización preplantación (8,6 ha)	36 N, 19,6 P, 5,6 K + micronutrientes	96 P, 45 N, 10K, B, Cu y Zn	230N + 112P	T1
	Sin fertilizar	Sin fertilizar	Sin fertilizar	T0

(1): Aplicación preplantación del suelo. Junio 1996.  
(2): El fertilizante se incorporó en dos bandas de 40 cm de largo y 5 cm de profundidad, a 5-10 cm de las plantas. Como fuente de nitrógeno se uso urea, de fósforo superfosfato triple y de potasio sulfato de potasio. Zinc y cobre como sulfatos; boro como boronatrocalcita.  
(3): La fertilización se realizó al voleo, en fajas junto a las hileras de los árboles. Nitrógeno, urea; fósforo, superfosfato triple (según oferta en el suelo); potasio, muriato. 48 kg boronatrocalcita, 5 kg de sulfato de cobre y 5 kg de sulfato de zinc.  
(4): La fertilización se realizó al voleo, en toda la superficie del rodal. Fósforo, superfosfato triple (según oferta del suelo); nitrógeno, supernitro.  
(5): Cada tratamiento abarca una superficie de 50 x 50 m (2.500 m<sup>2</sup>). Las aplicaciones base conforman un diseño en bloques.

### 3.2.2 Muestras de biomasa aérea

En cada tratamiento se extrajeron 10 árboles según los criterios empleados por Garcinuño (1995) y Aparicio (2001). La selección de los árboles se realizó en cinco clases de tamaño, considerando el diámetro medio cuadrático (DMC)  $\pm$  1 y 2 desvíos estándar. Se extrajeron dos árboles de cada clase. Una vez talados los árboles, se midió el diámetro a la altura de la primera rama viva, luego los componentes de la copa se separaron en tercios: inferior, medio y superior (figura 3).

A continuación, en terreno se pesaron en forma conjunta las ramas y las hojas de cada tercio de la copa para determinar peso húmedo y se extrajeron muestras representativas para su separación en laboratorio. El peso de las muestras, como mínimo, fue de un 20% del peso total de las ramas y hojas de cada tercio de la copa. Asimismo, la selección de las ramas para las muestras se realizó considerando la

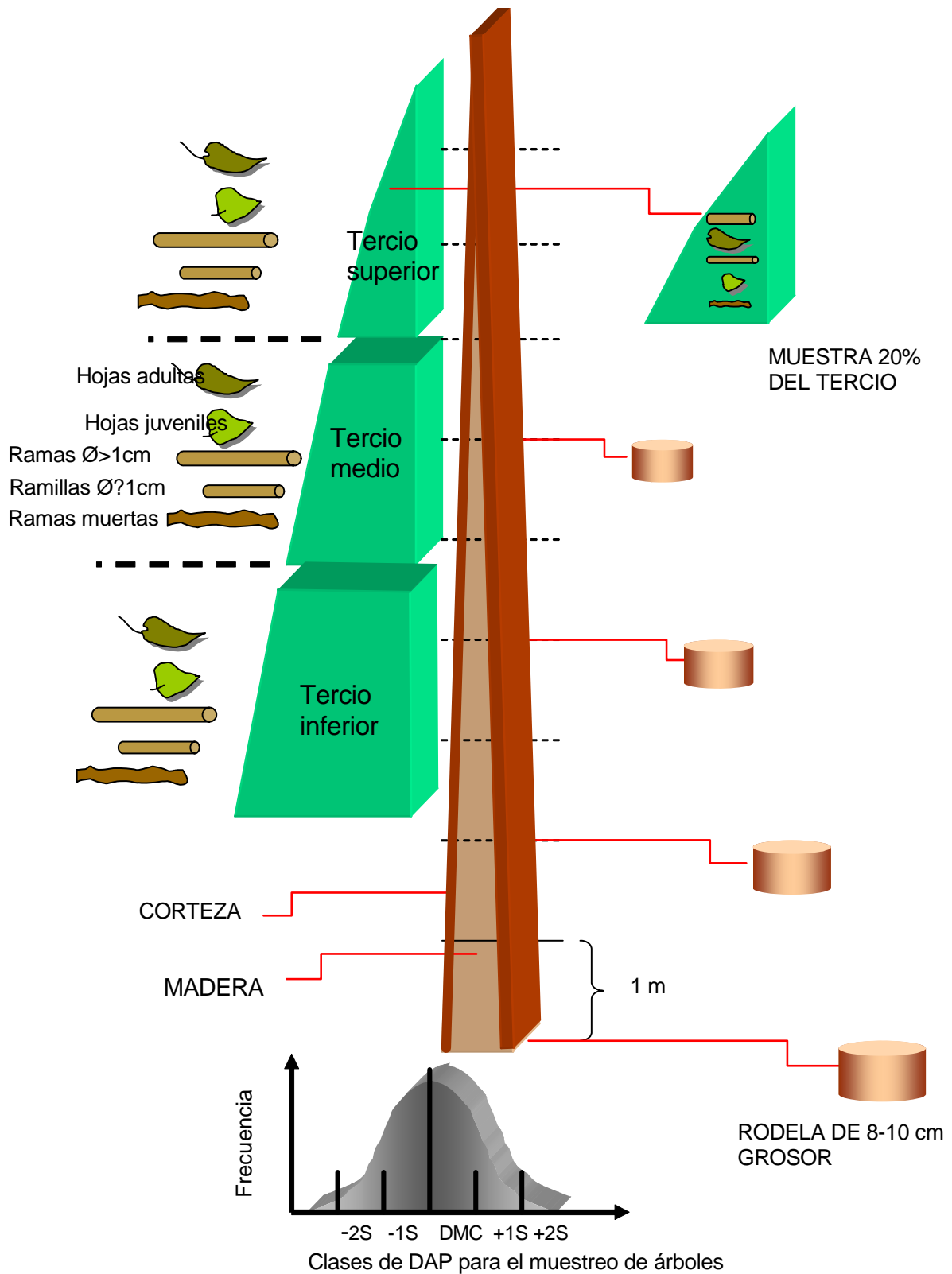


Figura 3. Disgregación del árbol en sus componentes para la obtención de muestras y determinación del contenido de humedad y peso seco.

distribución del diámetro en la zona de inserción. En el laboratorio se separaron las ramas y las hojas de las muestras y se ponderó el peso húmedo de cada componente al peso total determinado en terreno. Las muestras se acondicionaron para determinar peso seco.

El fuste se cortó y se pesó en trozos de 1m. Para determinar el contenido de humedad y la proporción de madera y corteza, se extrajeron muestras, consistentes en rodela con corteza, de un grosor de 8-10 cm, extraídas desde la base y cada 2 m. En cada rodela se midió diámetro con y sin corteza en el extremo basal. La recolección de muestras de biomasa se realizó en mayo de 2001, cuando la plantación tenía 4 años y 11 meses.

### 3.2.3 Procedimientos de cálculos para estimar la biomasa aérea de la copa y del fuste de cada árbol

La estimación de la biomasa total aérea en los seis tratamientos se realizó a través de la suma de los componentes: hojas juveniles, hojas adultas, ramas con diámetro > 1 cm, ramillas con diámetro  $\leq$  1 cm, ramas muertas, corteza y madera. Los valores de biomasa aérea total y por componentes se ponderaron a toneladas por hectárea.

A continuación, en la figura 4, se presenta el desarrollo de la secuencia de cálculos que permitieron la obtención del peso seco de los diferentes componentes del árbol, cuya nomenclatura se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Nomenclatura de las fórmulas para la determinación de biomasa.

Variable	Significado
h	contenido de humedad (%)
M	muestra de un componente
m	submuestra de un componente
H	peso húmedo (kg)
S	peso seco (kg)
C	copa
X	madera
F	corteza
d	diámetro basal del trozo (cm)
R	rodela
T	trozo de 1 m del fuste

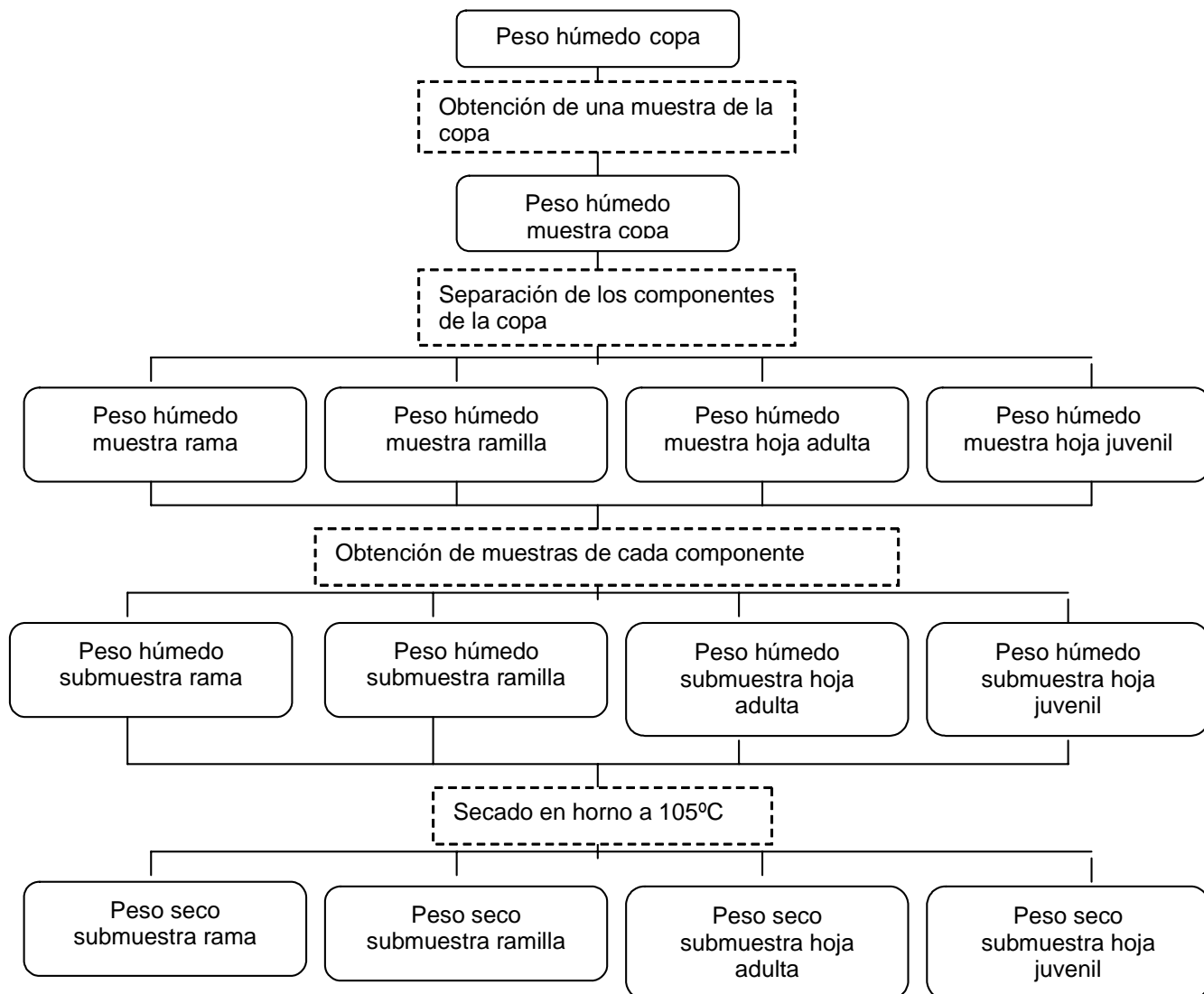


Figura 4. Diagrama de flujo que ilustra los pasos seguidos para la determinación de la biomasa de la copa en cada tercio de ella.

### 3.2.3.1 Cálculo de la biomasa de la copa

Los procedimientos de cálculo consideraron los componentes (hojas juveniles, hojas adultas, ramas, ramillas, ramas muertas) de la copa separadamente en cada tercio de ésta (figura 3). Luego se sumaron los tercios por componente para obtener los valores totales de cada árbol muestreado.

Cabe señalar que el peso húmedo de las ramas muertas de los árboles podados fue estimado en función del peso húmedo de la copa viva, mediante un modelo de regresión lineal, empleando los datos de los árboles no podados:

$$y = 0,0833x + 0,1878 \quad (3.1.)$$

n = 27  
r = 0,930; p < 0,01

Donde:

y = Peso húmedo (kg/árbol) de ramas muertas; x = Peso húmedo (kg/árbol) de la copa viva.

a) Contenido de humedad de las muestras

Contenido de humedad de la submuestra para el componente i:

$$hm_i (\%) = (H m_i - S m_i) / S m_i \times 100. \quad (3.2.)$$

donde i = Ramas; Ramillas; Ramas muertas; Hojas adultas; Hojas juveniles.

b) Proporciones de los componentes húmedos

Se divide el peso húmedo de la muestra del componente i por el peso húmedo de la muestra de la copa total:

$$H M_i (\%) = H M_i / HMC \times 100 \quad (3.3.)$$

donde i = Ramas; Ramillas; Ramas muertas; Hojas adultas; Hojas juveniles.

c) Peso húmedo de los componentes

Multiplicando la expresión (3.3.) por el peso húmedo total de la copa se obtiene el peso húmedo total por componente en el árbol:

$$H_i (\text{kg/árbol}) = HM_i (\%)/100 \times HC = HM_i / HMC \times HC \quad (3.4.)$$

donde i = Ramas; Ramillas; Ramas muertas; Hojas adultas; Hojas juveniles.

d) Peso seco de los componentes

El peso húmedo obtenido en (3.4) se pondera por el contenido de humedad calculado en (3.2.)

$$S_i = H_i / [ ( hm_i (\%) / 100 ) + 1 ] \quad (3.5.)$$

donde i = Ramas; Ramillas; Ramas muertas; Hojas adultas; Hojas juveniles.

Luego reemplazando en la ecuación (3.5.) las ecuaciones (3.4), (3.3) y (3.2) la expresión final para la obtención de peso seco por componente corresponde a:

$$S_i = HC \times HM_i / HMC \times S m_i / H m_i \quad (3.6.)$$

e) Peso seco total de la copa

- Se obtuvo el peso seco de cada componente en cada uno de los tercios de la copa.
- Se sumaron los componentes dentro de cada tercio para obtener la biomasa total en cada tercio de la copa y de la copa total.
- Se sumaron los pesos secos de un componente en sus tres tercios para obtener la biomasa total del componente en la copa.

3.2.3.2 Cálculo de la biomasa del fuste

Los procedimientos de cálculo consideran los componentes (madera y corteza) del fuste separadamente por trozos de un metro (figura 5); luego se sumaron los trozos por componente para obtener los valores totales de cada árbol muestreado.

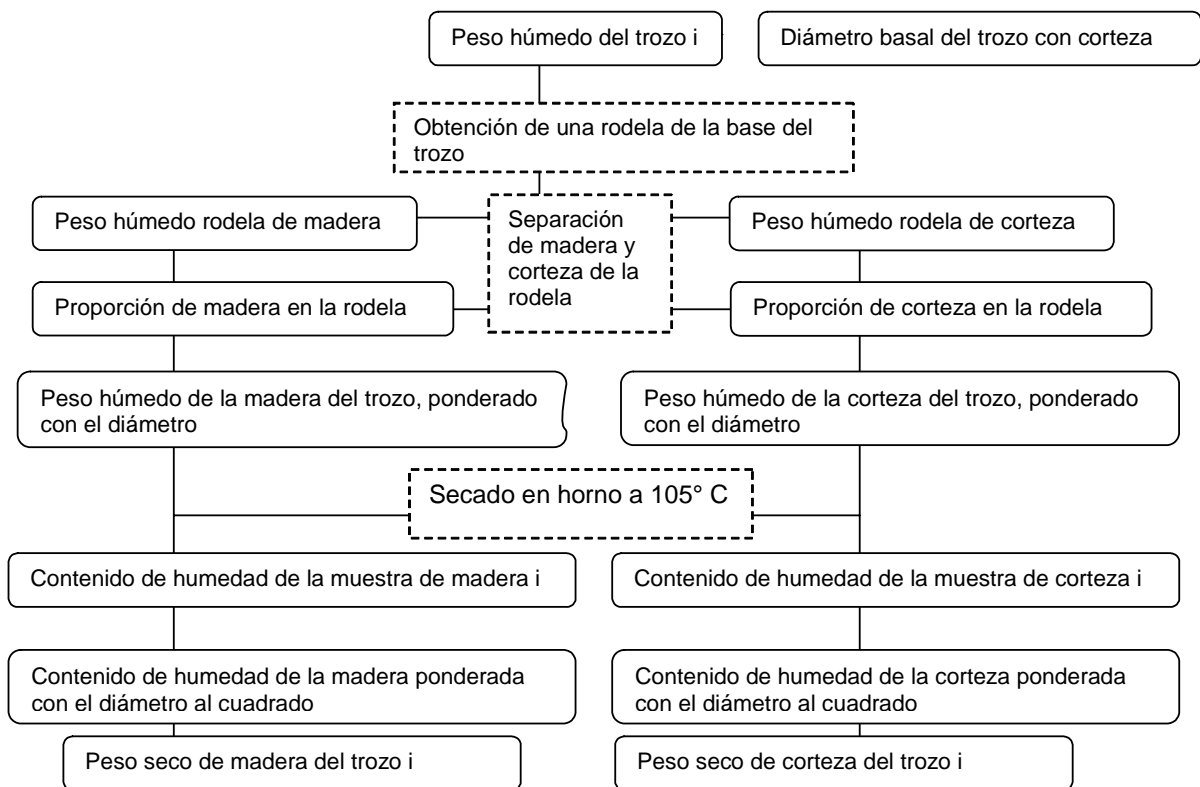


Figura 5. Diagrama de flujo que ilustra los pasos seguidos para la determinación de la biomasa del fuste.

a) Proporción de madera y corteza en la rodela

Para obtener la proporción de madera y corteza, ambos se dividen por el peso húmedo total de la rodela:



$$x = \frac{HR X}{HR X + HRF} \quad (3.7.)$$

$$f = \frac{HR F}{HR X + HRF} \quad (3.8.)$$

donde x y f son las proporciones de madera y corteza en tanto por uno.

b) Peso húmedo de la madera y corteza del trozo

Para obtener el peso húmedo de la madera y la corteza del trozo i, se ponderaron las proporciones de madera y corteza con los diámetros al cuadrado de las rodelas i e i+2, luego el valor de la ponderación se multiplicó por los pesos húmedos de los trozos ubicados entre las rodelas (trozo i y trozo i+1) (figura 6).

$$HX_i = (x_i * d_i^2 + x_{(i+2)} * d_{(i+2)}^2) / (d_i^2 + d_{(i+2)}^2) * HT_i \quad (3.9.)$$

$$HX_{i+1} = (x_i * d_i^2 + x_{(i+2)} * d_{(i+2)}^2) / (d_i^2 + d_{(i+2)}^2) * HT_{(i+1)} \quad (3.10.)$$

$$HF_i = (f_i * d_i^2 + f_{(i+2)} * d_{(i+2)}^2) / (d_i^2 + d_{(i+2)}^2) * HT_i \quad (3.11.)$$

$$HF_{i+1} = (f_i * d_i^2 + f_{(i+2)} * d_{(i+2)}^2) / (d_i^2 + d_{(i+2)}^2) * HT_{(i+1)} \quad (3.12.)$$

donde i = número del trozo; x = proporción de madera; f = proporción de corteza;

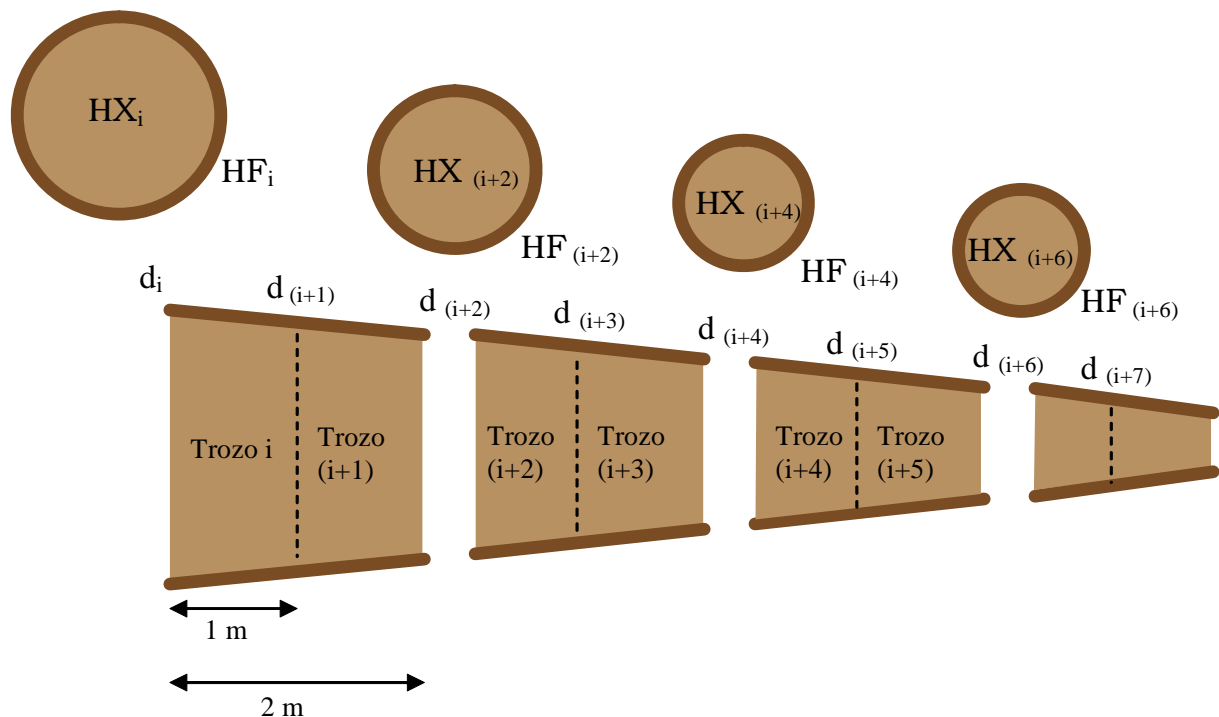


Figura 6. Esquema que muestra las variables para la determinación del peso húmedo de la madera y de la corteza del trozo.

c) Contenido de humedad de las muestras de madera y corteza

$$h M X_i \% = (H M X_i - S M X_i) / (S M X_i) * 100 \quad (3.13.)$$

$$h M F_i \% = (H M F_i - S M F_i) / (S M F_i) * 100 \quad (3.14.)$$

d) Contenido de humedad de la madera y de la corteza ponderada con el diámetro

La ponderación se hizo de acuerdo con el criterio aplicado en el punto b.

$$h X_i \% = [(h M X_i * d_i^2) + (h M X_{i+2} * d_{i+2}^2)] / (d_i^2 + d_{i+2}^2) \quad (3.15.)$$

$$h F_i \% = [(h M F_i * d_i^2) + (h M F_{i+2} * d_{i+2}^2)] / (d_i^2 + d_{i+2}^2) \quad (3.16.)$$

e) Peso seco de la madera y la corteza

$S X_i = (3.9) \times (3.15)$ , donde:

$$S X_i = H X_i / (1 + h X_i \%) \quad (3.17.)$$

$$S F_i = H F_i / (1 + h F_i \%) \quad (3.18.)$$

Una vez calculados los valores de peso seco de los trozos, se sumaron para obtener el peso total del fuste tanto de la madera como de la corteza. Por consiguiente, la suma de los componentes de la copa (hojas adultas, hojas juveniles, ramas mayores, ramillas y ramas muertas) y del fuste (madera y corteza) proporcionaron la biomasa total del árbol, medido en kilogramos.

### 3.2.4 Determinación de la biomasa aérea total por hectárea

Se utilizaron tres procedimientos diferentes, que permiten apreciar la variabilidad de las estimaciones de la biomasa acumulada por hectárea.

#### 3.2.4.1 Biomasa aérea total según clases diamétricas

En cada tratamiento se determinó la frecuencia de individuos por clase diamétrica considerando las cinco marcas de clase según el muestreo de árboles (DMC $\pm$ 1S y  $\pm$ 2S). Se calculó la proporción de individuos por clase con respecto al número total; esta proporción se multiplicó por el peso seco medio de los dos árboles de su respectiva clase. Posteriormente los productos de las cinco clases diamétricas se sumaron para obtener el valor de biomasa ponderada por componente; este valor se multiplicó por el

número de árboles por hectárea del tratamiento y luego los valores por hectárea de los componentes se sumaron para obtener la biomasa aérea total por tratamiento. Algebraicamente se expresa:

$$n_i\% = n_i / N \times 100 \quad (3.19.)$$

Luego:

$$b_{ij} = n_i \% / 100 \times S_{ij} \quad (3.20.)$$

$$B_{ij} = \sum (b_{ij}) \times N / \text{ha} \quad (3.21.)$$

donde:  $n_i$  = número de árboles en la clase diamétrica  $i$ ;  $n_i \%$  = proporción de árboles en la clase diamétrica  $i$ ;  $N$  = total de árboles por hectárea;  $S_{ij}$  = peso seco promedio de los dos árboles de la clase diamétrica  $i$ , para el componente  $j$  de la biomasa;  $b_{ij}$  = proporción de biomasa del componente  $j$  de la clase diamétrica  $i$ ;  $B_{ij}$  = biomasa del componente  $j$  de la clase diamétrica  $i$ .

#### 3.2.4.2 Biomasa aérea total según la suma de los pesos secos estimados por árbol individual

A partir de los 10 árboles medidos, en cada tratamiento, la biomasa aérea total por árbol se estimó en función del DAP con un modelo de regresión del tipo exponencial. Posteriormente la biomasa estimada se multiplicó por el número de árboles por hectárea del DAP correspondiente, para luego sumar estos valores y determinar la biomasa aérea total por hectárea.

El modelo utilizado fue:

$$y = a \times \text{DAP}^b \quad (3.22.)$$

Donde:

$y$  = Peso seco de un árbol (kg)

DAP = Diámetro del árbol a 1,3 m desde el suelo (cm)

$a$  y  $b$  = Parámetros de la función

#### 3.2.4.3 Biomasa aérea total según la clase diamétrica central

Este procedimiento de cálculo consistió en multiplicar el promedio de la biomasa de los dos árboles de la clase diamétrica central (DMC) por el número de árboles por hectárea del tratamiento.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 ESTRUCTURA DE LA PLANTACION

La estructura diamétrica presentó una distribución normal en cada tratamiento, aunque con un leve sesgo hacia la derecha en los tratamientos no fertilizados posplantación y a la izquierda los tratamientos con fertilización posplantación (excepto el B1). El rango de las clases diamétricas oscila entre los 7,1 y 23,5 cm. El diámetro medio cuadrático es muy similar en los tratamientos sin fertilización posplantación con un promedio de 14,3 cm. Lo mismo acontece en los tratamientos con fertilización posplantación, en este caso el promedio es de 15,4 cm, es decir, con la fertilización posplantación el diámetro aumentó 1,1 cm (figura 7).

El número de árboles por hectárea del ensayo varía entre 1.447 y 1.515.

El rango de alturas oscila entre 8,26 m y 18,6 m. La altura promedio ponderada por tratamiento muestra un aumento en los tratamientos fertilizados posplantación con respecto a los no fertilizados siendo mayor el incremento del T1 con respecto al T0 (2 m) y el menor el incremento del R1 con respecto al R0 (0,2 m) (figura 8).

### 4.2 CANTIDAD DE BIOMASA AEREA

A continuación se presenta la relación entre la biomasa aérea y el DAP, la biomasa total calculada por los tres procedimientos descritos (3.2.3), los efectos de los tratamientos de fertilización sobre la cantidad total de la biomasa aérea y sobre sus componentes, y por último la distribución de la biomasa según clase diamétrica.

La biomasa aérea total se relacionó fuertemente con el DAP ( $p < 0,01$ ) en cada tratamiento, considerando que los datos provienen de sólo diez árboles muestra por tratamiento (figura 9).

La figura 10 muestra la similitud de los valores de biomasa calculada a través de tres procedimientos diferentes. Las mayores diferencias se produjeron entre los valores de biomasa aérea calculada según el rango diamétrico con respecto al calculado mediante el DAP individual. Respecto del primero se observó la máxima diferencia porcentual en el R0 (10%) y la mínima en el R1 (5%). Por otra parte, comparando el valor de biomasa aérea total dado por el rango diamétrico con respecto al calculado según la clase diamétrica central, este último fue un 17% inferior en el R0 y 6% superior en el R1.

En adelante, los resultados de biomasa por hectárea se refieren a los valores obtenidos por el procedimiento de cálculo de biomasa aérea total según las clases diamétricas.

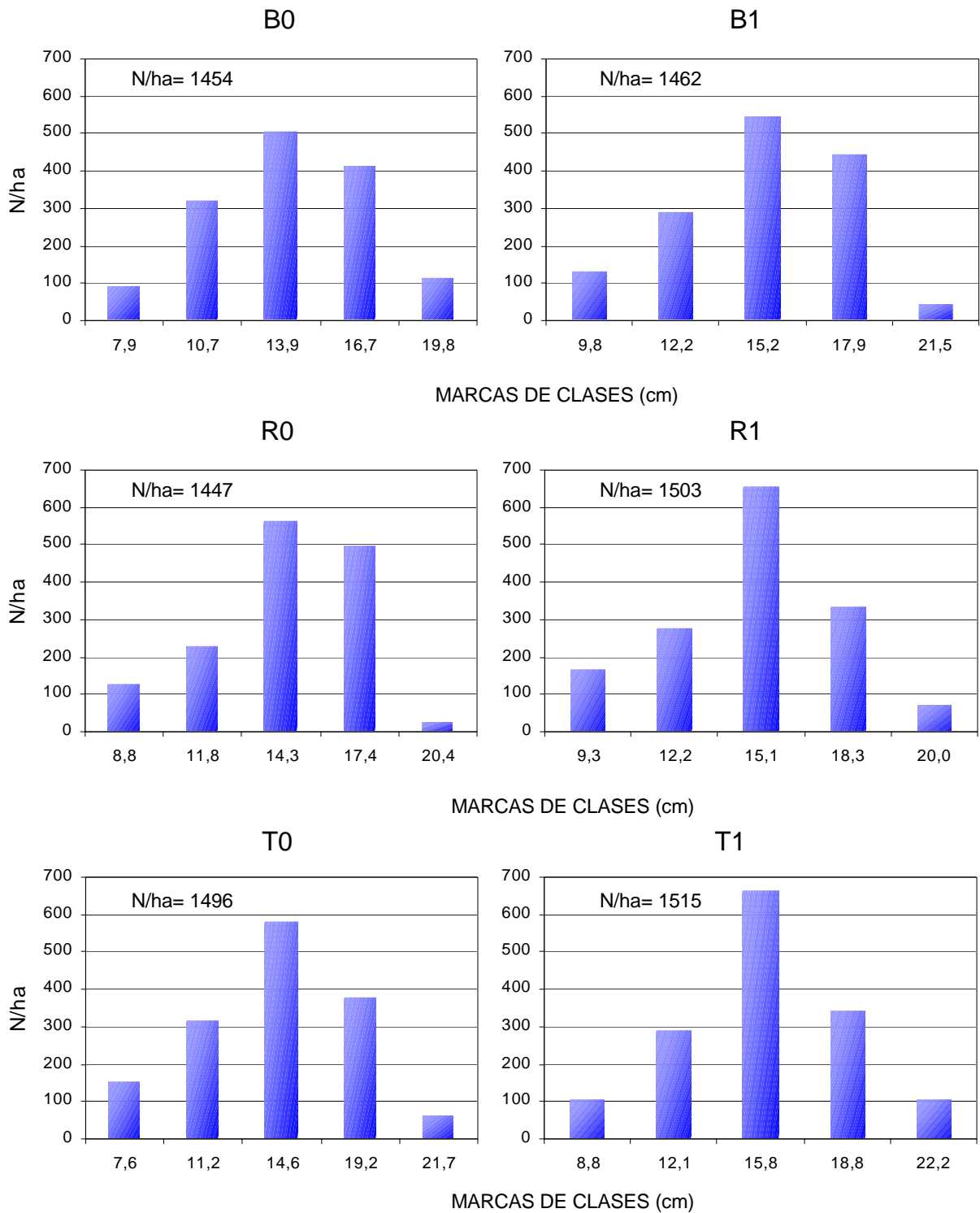


Figura 7. Estructura diamétrica y densidad de plantación por hectarea en cada tratamiento.

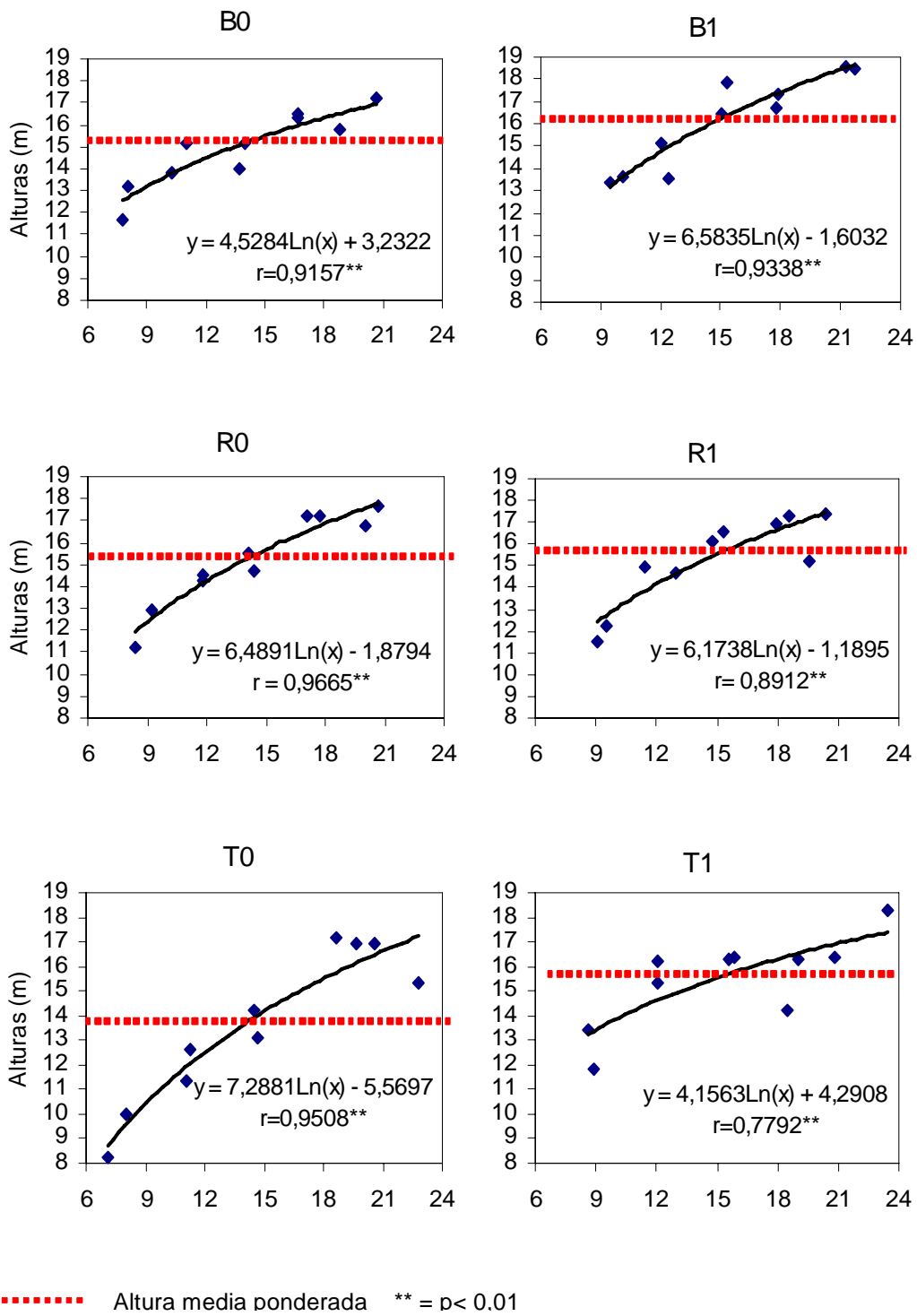


Figura 8. Relación altura total – diámetro (DAP) en cada tratamiento.

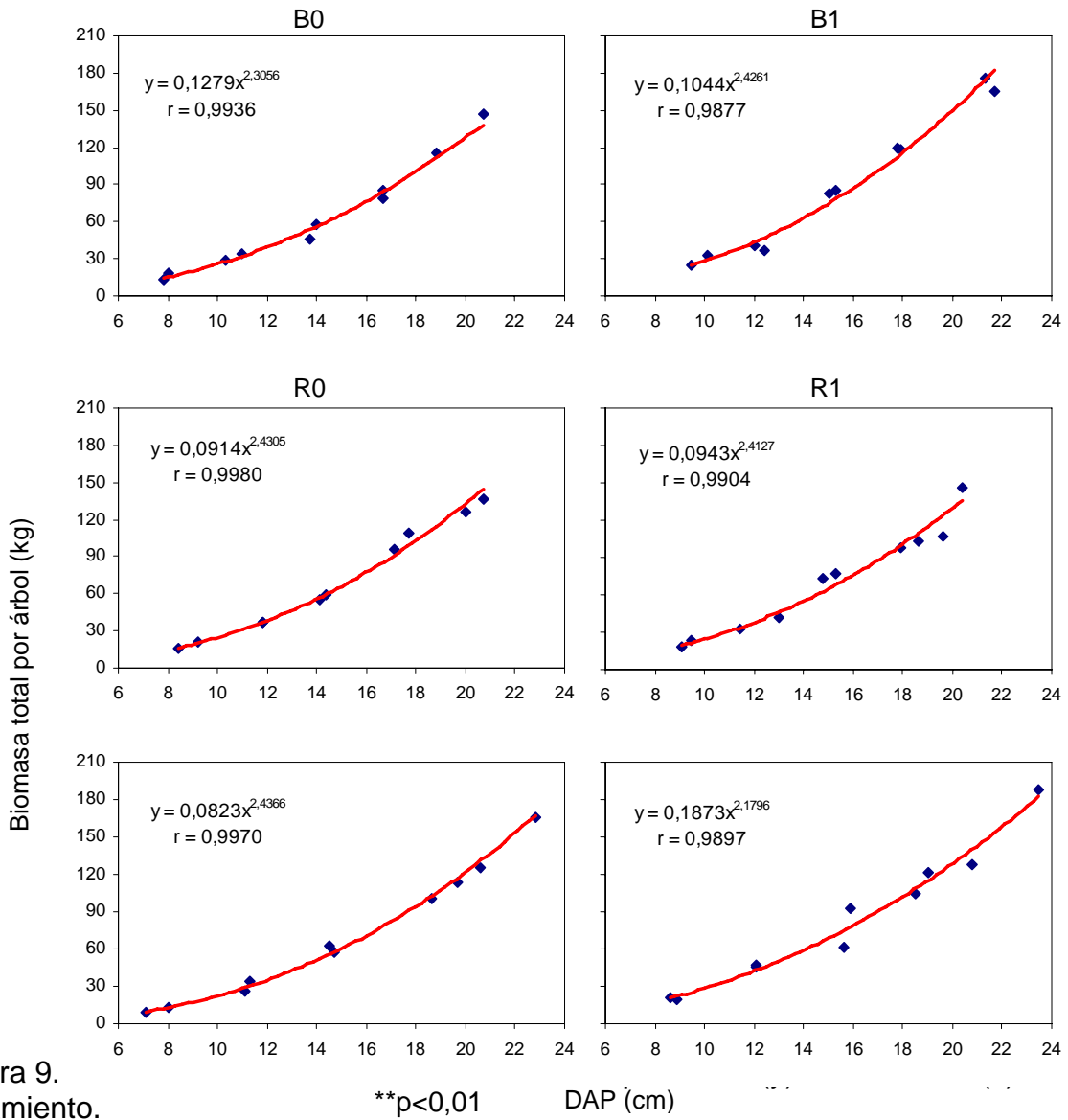


Figura 9. Biomasa total por árbol (kg) vs DAP (cm). \*\*p<0,01

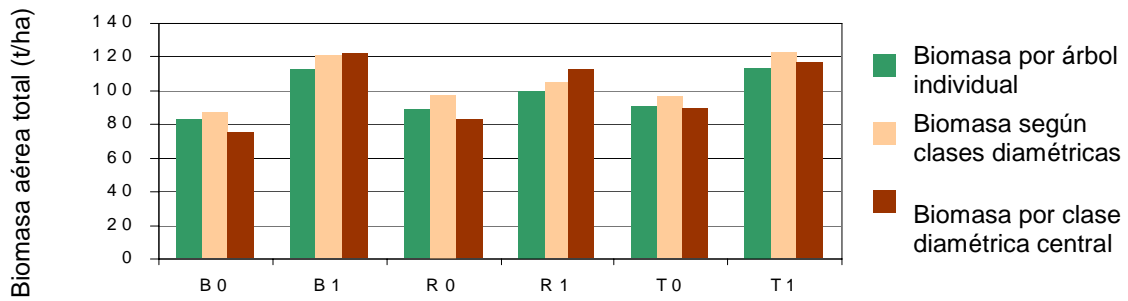


Figura 10. Biomasa aérea total obtenida a través de tres cálculos diferentes.

#### 4.2.1 Biomasa aérea por componente y total

Como muestra la figura 11, todos los tratamientos con fertilización posplantación presentaron una biomasa aérea total superior a los tratamientos sin fertilización posplantación. El mayor valor lo registró el T1 con 123 t/ha y el menor el B0 con 87 t/ha (detalles de los datos se presentan en el anexo 1).

Como una forma de apreciar el efecto de la fertilización pre y posplantación se comparan todos los tratamientos con el testigo sin fertilización (cuadro 5).

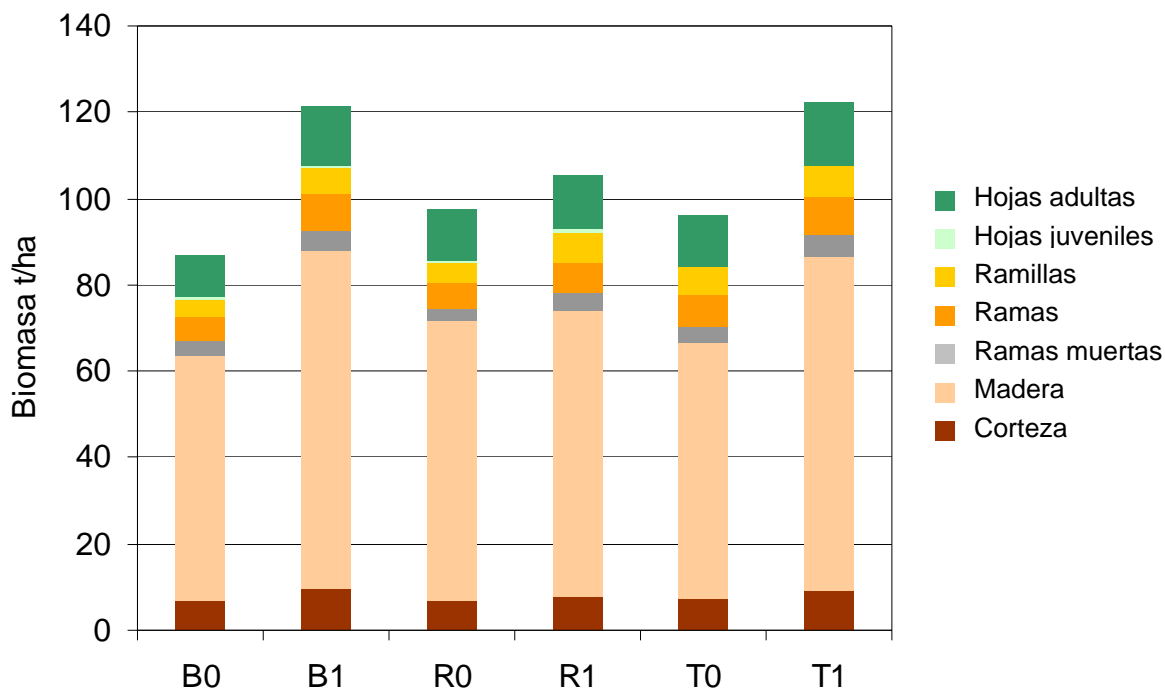


Figura 11. Biomasa aérea total y por componente en cada tratamiento.

Cuadro 5. Diferencias porcentuales de la biomasa aérea total entre el testigo sin fertilizar T0 y los tratamientos fertilizados pre y posplantación, e incremento medio anual de la biomasa por tratamiento.

Tratamiento	Diferencia (%)	IMA (t/ha/año)
B0	-9,73	17,38
B1	26,29	24,32
R0	1,32	19,51
R1	9,29	21,04
T0	0,00	19,25
T1	27,34	24,52



El mayor incremento en biomasa atribuible a la fertilización posplantación, lo presentó el B1 con un 40% superior al B0; el menor incremento fue del R1 con respecto al R0 con un 8%, y en forma intermedia el T1 fue superior en un 27% al T0.

El incremento medio anual del ensayo varía entre 17,38 y 24,52 t/ha por año. En todos los tratamientos se observó que la madera fue el componente que más biomasa aportó al total, registrando el B1 el máximo valor de 78 t/ha.

#### **4.2.2 Biomasa aérea total distribuida por clase diamétrica**

Se aprecia en la figura 12 que todos los tratamientos presentaron una distribución tendiente a la normal. Según lo anterior el tratamiento que agrupó una mayor cantidad de biomasa en la clase media y la siguiente fue el R0 con un 85% de la biomasa aérea total, mientras que el B0 fue el que acumuló menos con un 69% del total. Por su parte, el T1 y el B1 (ambos con la mayor producción de biomasa aérea total) siguieron la misma tendencia con un porcentaje de 73% y 81% respectivamente.

### **4.3 DISTRIBUCIÓN DE LA BIOMASA AEREA**

#### **4.3.1 Proporción de los componentes de la biomasa aérea con respecto a la biomasa aérea total**

A pesar de las diferencias en cantidad de la biomasa aérea la distribución de sus componentes fue similar en todos los tratamientos (figura 13). El fuste (madera más corteza) concentró una mayor proporción de biomasa con un promedio de 71%, constituyendo la madera el principal aporte (63%), mientras que la copa (hojas y ramas) presentó un 29%.

La figura 14 evidencia que la distribución porcentual de los componentes de la biomasa aérea con respecto al total mantiene una variación no asociada al tamaño de los árboles ni a los tratamientos. Cabe señalar que el coeficiente de variación para los componentes de la copa y del fuste es muy bajo ya que no superan el 25%. Por su parte, la madera fue el componente que presentó el coeficiente más bajo (CV=6%) en promedio de todos los tratamientos y las hojas juveniles el más alto (CV=198%) con respecto al rango diamétrico (figura 15).

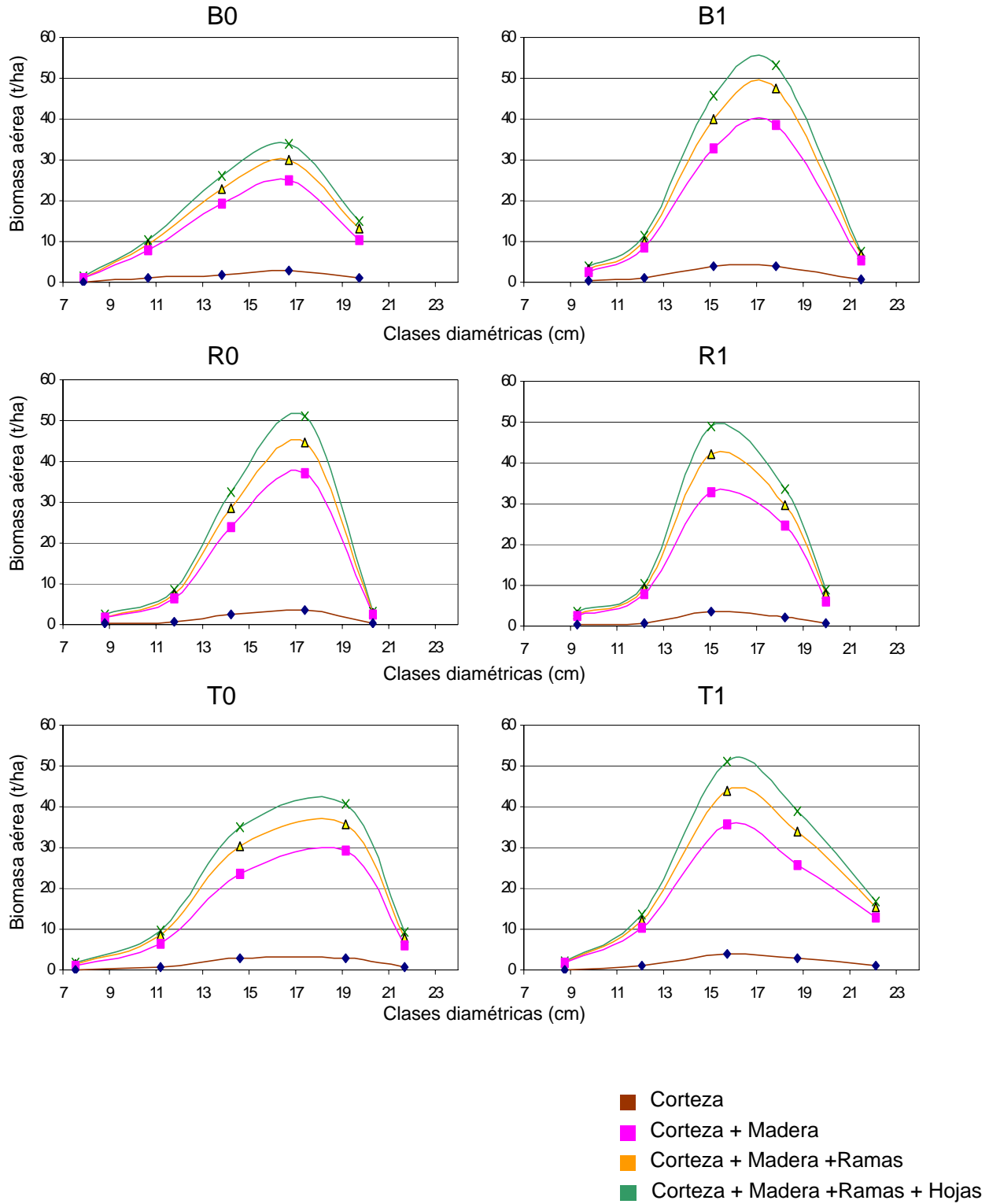


Figura 12. Biomasa aérea total distribuida por clase diamétrica para cada tratamiento.

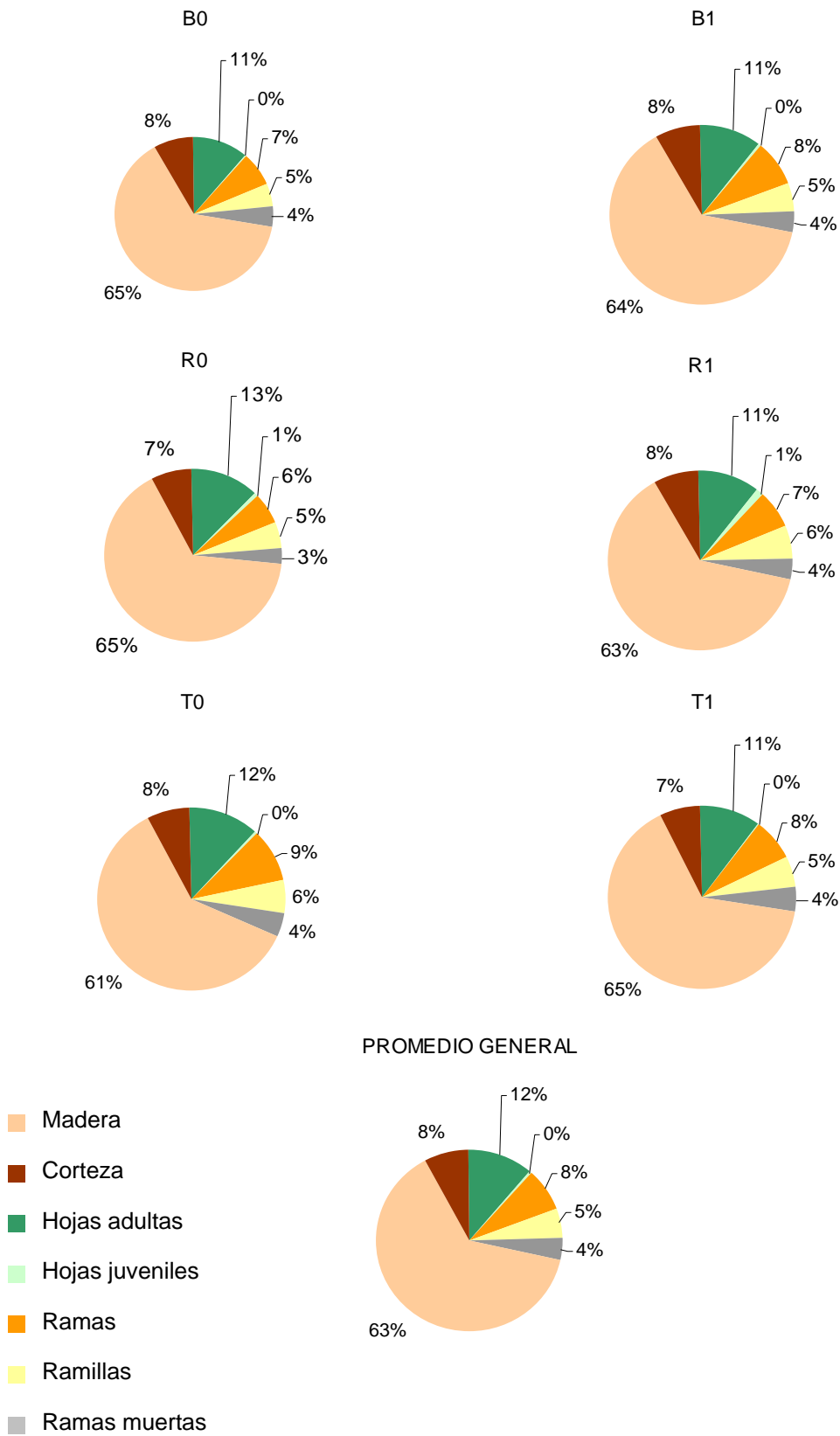


Figura 13. Proporción de los componentes de la biomasa aérea con respecto al total en cada tratamiento

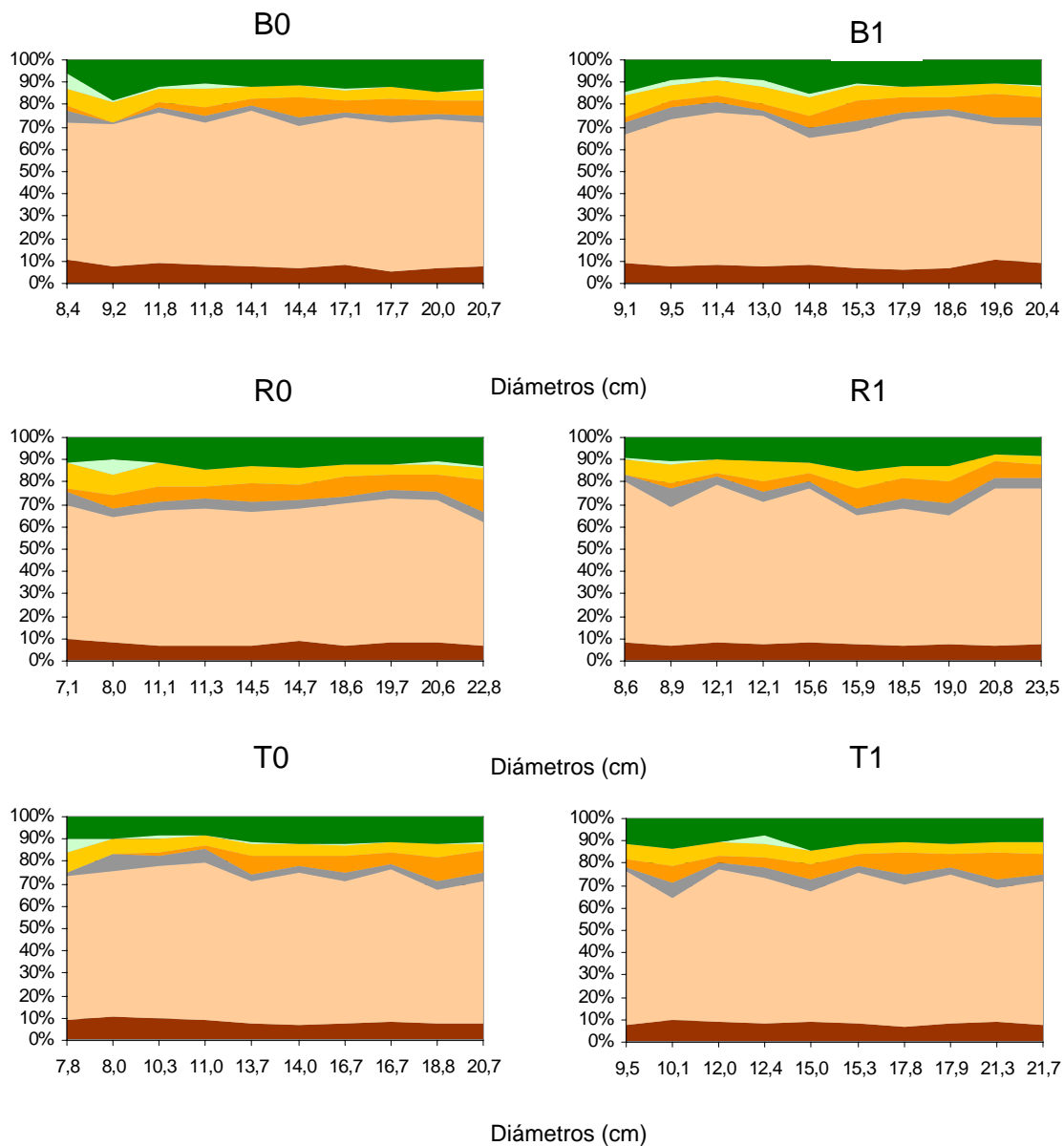


Figura 14. Distribución porcentual de los componentes de la biomasa aérea por clase diamétrica y tratamientos.

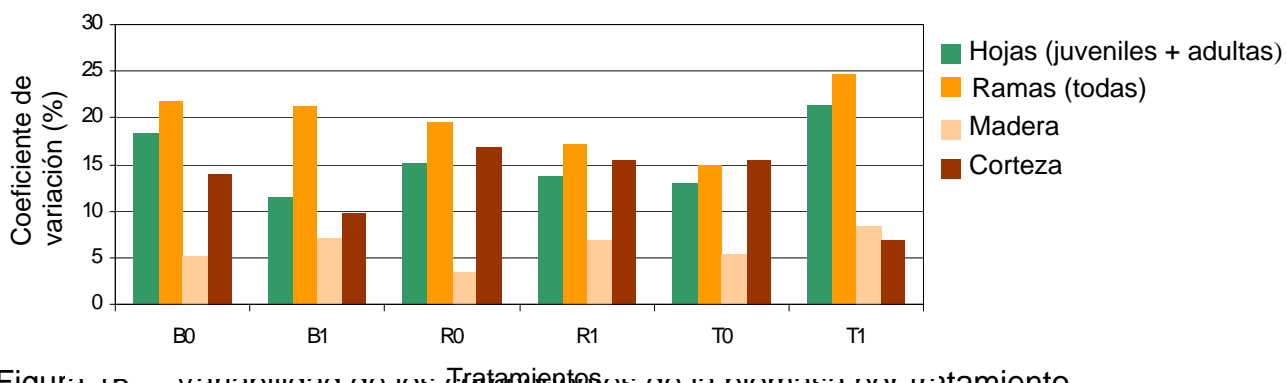


Figura 15. Variabilidad de los componentes de la biomasa por tratamiento.

#### 4.3.2 Proporción de biomasa en la copa y a lo largo de fuste

Todos los tratamientos exhiben un mayor porcentaje de ramas (suma de ramas, ramillas y ramas muertas) en el tercio inferior (aproximadamente un 65%). En cambio para los tercios medio y superior el aporte de hojas y ramas fue de aproximadamente un 50% cada uno (figura 16). También se observa que las proporciones de las hojas y ramillas fueron aumentando en altura y la de ramas disminuyendo.

Como una forma de tener una mayor resolución respecto de la fase de desarrollo en que se encuentran los diferentes tratamientos, la figura 17 muestra la proporción de biomasa de hojas (adultas y jóvenes) en los diferentes tercios de la copa viva. Los tratamientos B0 y T1 presentan cerca de un 50% de la masa foliar en el tercio inferior. Con un poco más del 50% en la parte baja de la copa se encontraron los tratamientos R1 y T0; y con menos del 50%, los tratamientos R0 y especialmente el R0. Las variaciones en el tercio inferior se compensaron principalmente con variaciones del tercio medio, con una relación inversa, es decir, a menor proporción en la base de la copa y mayor proporción en la sección media. El tercio superior presentó proporciones de solo 8 – 14%.

En los árboles fertilizados pre y posplantación, con una altura promedio de 16 m, el 50% de la biomasa del tronco se concentró en los 3 primeros metros desde la base (figura 18a). Cabe señalar que los árboles sin fertilización posplantación concentraron el 80% de la biomasa del fuste en los primeros 6 metros de altura, mientras que los fertilizados posplantación a los 7 m, dado que estos últimos son en promedio 1 m superiores en altura que los no fertilizados. Una tendencia similar se ve en la distribución de la biomasa del fuste con respecto a las clases diamétricas (figura 18b). Por ejemplo, en el tratamiento B0 prácticamente en todas las clases diamétricas más del 80% de la biomasa se acumuló en la primera mitad del fuste, mientras que el 20% o menos en la mitad superior.

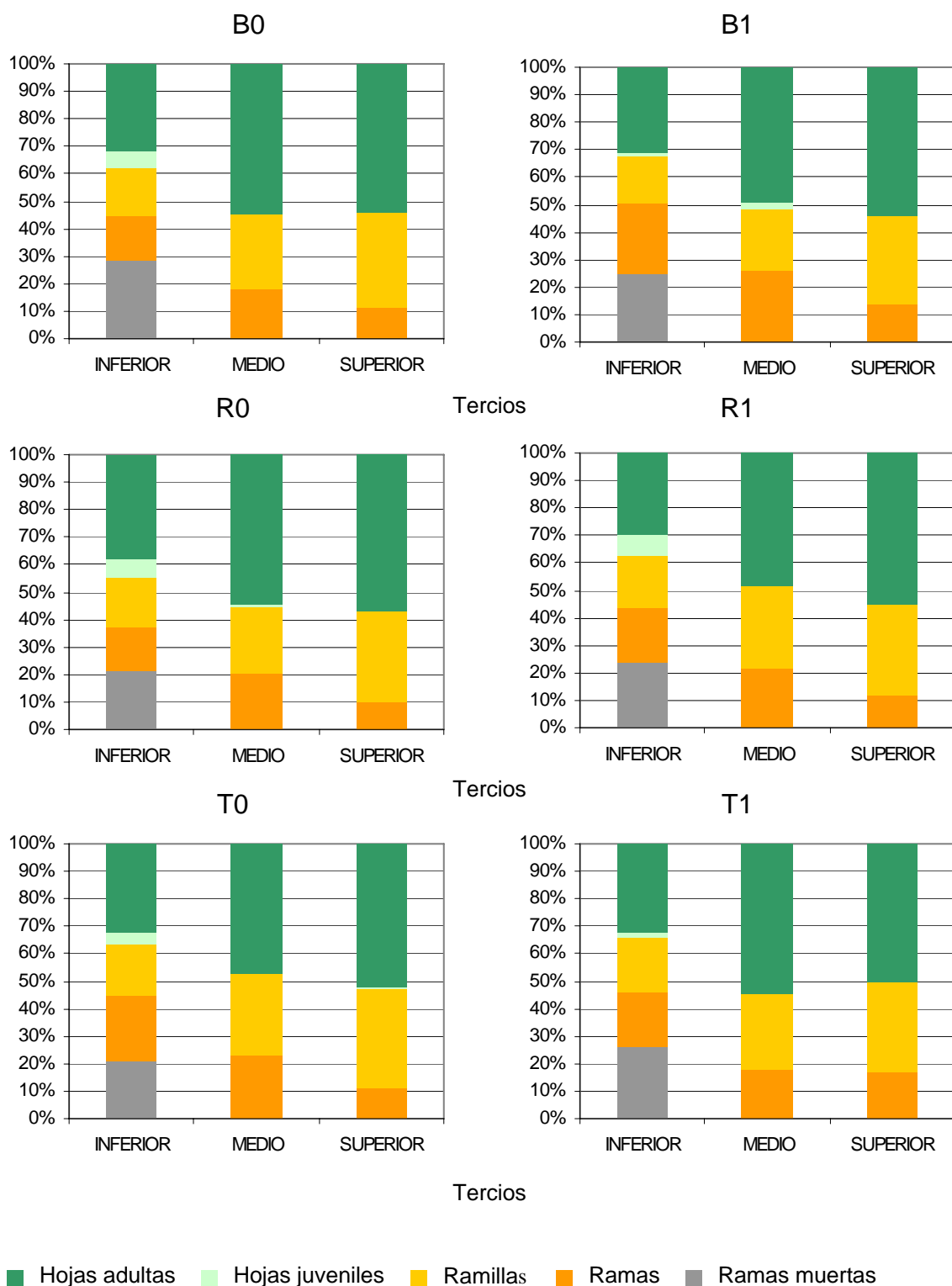


Figura 16. Distribución porcentual de la biomasa de la copa agrupada en los tercios inferior, medio y superior. Promedios por tratamientos.

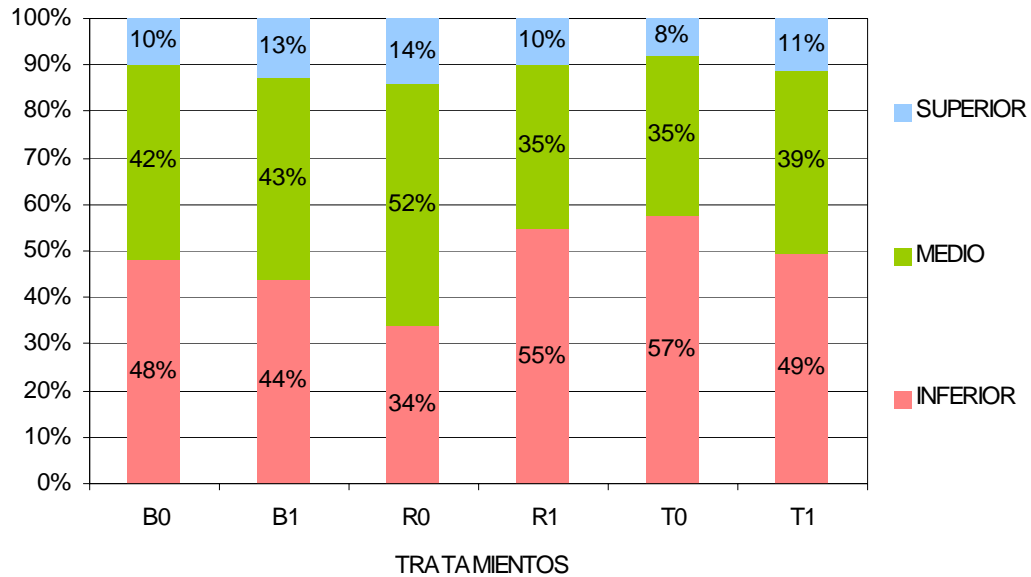
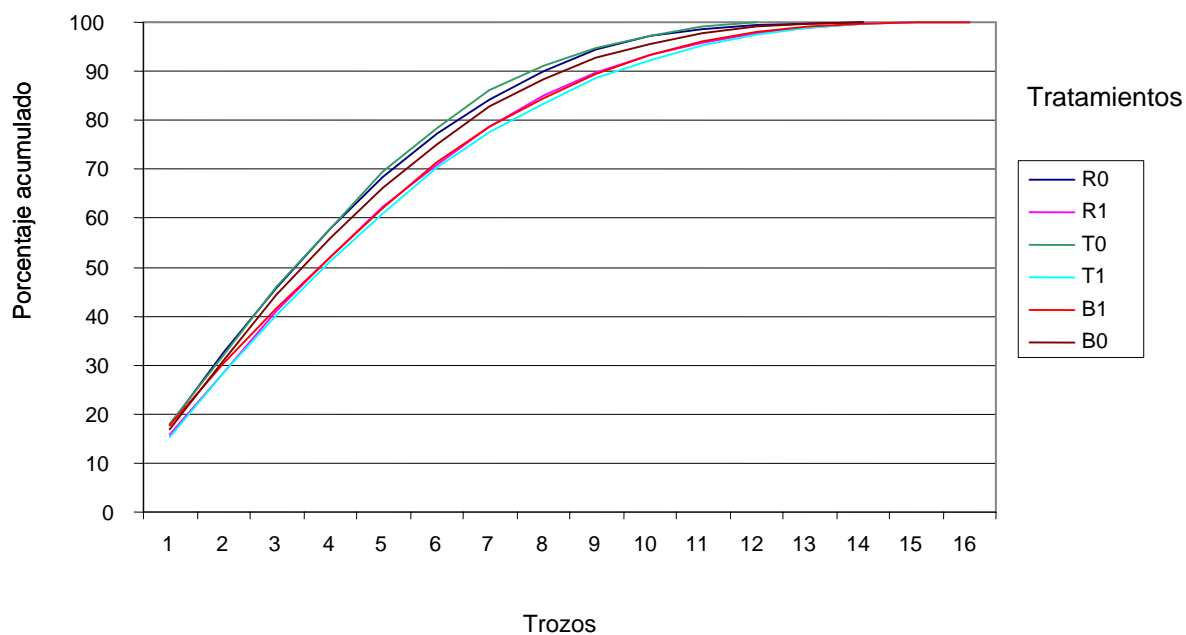


Figura 17. Distribución de la biomasa de hojas (adultas y jóvenes) en cada tercio de la copa viva.

Los rodales con menor biomasa (R0, T0 y B0) presentaron una acumulación de biomasa en el fuste más acelerada con respecto a la altura considerada del árbol en comparación con los rodales fertilizados posplantación que presentaron mayor biomasa (R1, T1 y B0) (figura 18a). Solo la clase menor de DAP (DMC-2S) presentó una acumulación más acelerada con respecto a la altura en comparación a los árboles de mayor tamaño (figura 18b).

a)



b)

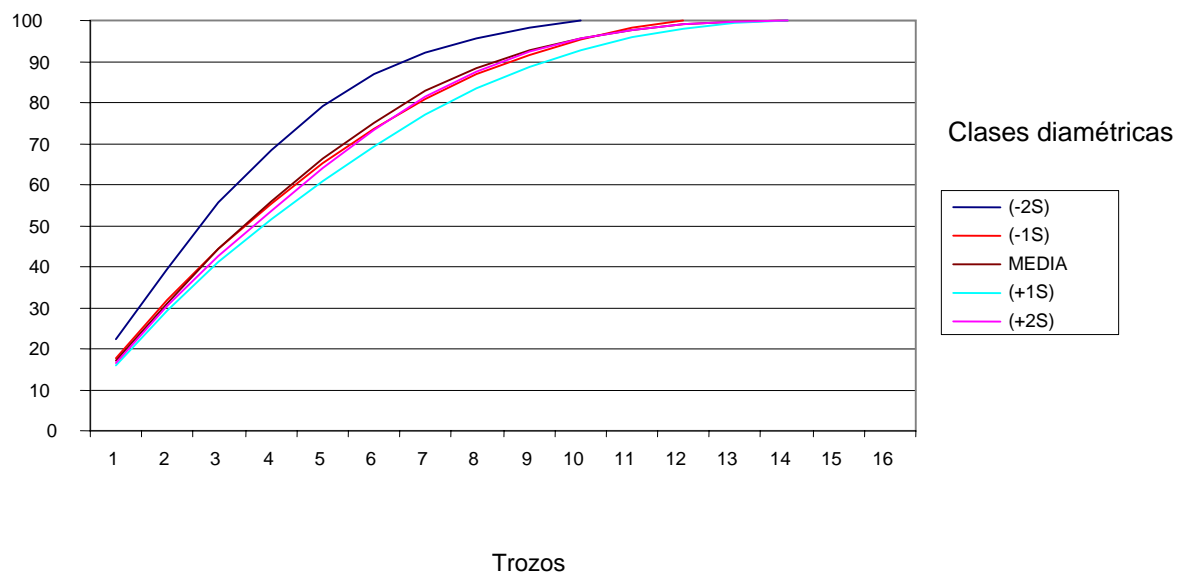


Figura 18. a) Proporción de biomasa en el fuste procedente del árbol medio por tratamiento. b) Proporción de biomasa del fuste por clase diamétrica en el tratamiento B0.



## 5 DISCUSIÓN

Las condiciones de sitio presentes en el área de estudio indican posibles restricciones del clima en cuanto a los regímenes de temperatura y precipitaciones como también de la fertilidad del suelo a través del régimen de elementos nutritivos. Éstas podrían tener implicancias en la producción de biomasa. Los regímenes de temperatura y precipitaciones, como la ocurrencia de heladas periódicas además de un período de 1 a 2 meses secos en verano (Schlatter *et al.*, 1995), podrían ser los más limitantes para un adecuado desarrollo de la plantación. En cuanto al régimen de elementos nutritivos del suelo al parecer no fue tan determinante como se analizará en el presente capítulo.

En comparación con otros estudios, los valores de incremento medio anual, altura y diámetros son muy similares a los resultados publicados por INFOR-CORFO (1986) en plantaciones de *E. nitens* de 16 años y superiores a los reportados por UICT (2000) en una plantación de 6 años. En general, se trata de buenos sitios para *E. nitens*. Esto último se refleja también en la escasa mortalidad observada en la plantación (Aparicio, 2001). Con relación al número de árboles por hectárea la diferencia entre tratamientos fue de un 5% considerada como normal<sup>2</sup>, lo que responde al adecuado control de malezas en el establecimiento de la plantación, ya que las especies de *Eucalyptus* son altamente susceptibles a la competencia por agua, nutrientes y luz que ejercen las otras especies presentes en el lugar (FAO, 1981; Cromer, 1984; Prado, 1989; Morandé *et al.*, 1997; INFOR-CONAF, 1998)

En la figura 19 se compara el incremento medio anual (IMA) en biomasa por componentes (copa y fuste) y total entre los 4 y 5 años de edad, para los tratamientos B1 y T0. Los datos de 4 años de edad corresponden a los resultados de Aparicio (2001). En cuanto al IMA en biomasa de los componentes, como era de esperar, la madera experimentó un mayor crecimiento. El IMA en biomasa aérea total del tratamiento B1 a los 5 años fue 7,7% superior respecto al año 4; en cambio, en el T0 fue 32,6% superior. Es decir, el tratamiento T0 presentó un crecimiento más acelerado que el B1.

La mayor productividad de biomasa aérea total exhibida por el tratamiento T1 puede ser explicada como una consecuencia de la acción estimuladora del crecimiento por parte de las fertilizaciones posplantación. El fósforo soluble adquirió en este tratamiento mayor relevancia, con una dosis dos veces mayor en la segunda fertilización, que los otros tratamientos, y 12 kg/ha (12% superior) más de P en la última fertilización (cuadro 3).

---

<sup>2</sup> Victor Gerding, Prof. Dr. Instituto de Silvicultura, Universidad Austral de Chile. Comunicación personal.

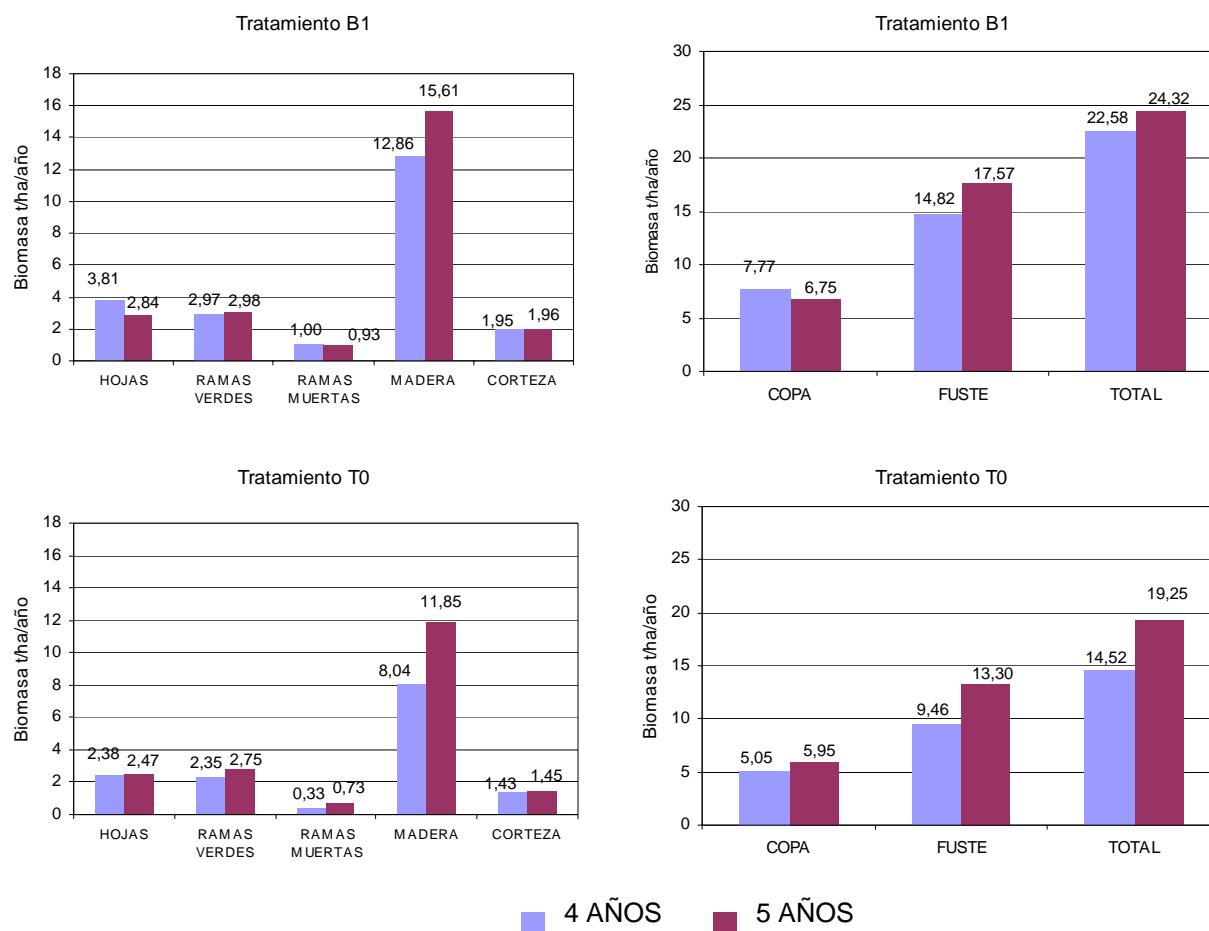


Figura 19. Comparación de IMA en biomasa aérea total y por componentes entre los 4 y 5 años de edad para los tratamientos B1 y T0. Datos de 4 años según Aparicio (2001).

Por su parte el B0 presentó una producción de biomasa aérea un 10% menor al testigo sin fertilizar, probablemente debido a que el B0 se localizó en un sector con exposición norte (mayores pérdidas por evapotranspiración) con pendiente suave que provocaría pérdidas de agua por escurrimiento superficial y un mayor desgaste de los horizontes superficiales intensificado por permanentes laboreos sufridos antiguamente. No obstante, con las fertilizaciones posplantación las condiciones de fertilidad fueron mejoradas en el tratamiento B1 debido posiblemente a la adición de fósforo soluble, alcanzando un incremento en biomasa aérea 26% superior al T0 (sin fertilizar). Esto estaría demostrando que la aplicación de Bifox solo no ha tenido un efecto sobre la plantación debido probablemente a la lenta entrega de fósforo por parte de él.

El sector fertilizado al establecimiento con roca fosfórica presenta condiciones de micrositio similares a las descritas en el párrafo anterior pero con pendiente más pronunciada y un laboreo más intenso. Estas características sumadas a la baja solubilidad de la roca fosfórica se traducen en una menor reacción del suelo a la

fertilización pre y posplantación (R0 y R1 respectivamente), por consiguiente, una menor producción de biomasa aérea. Igualmente, esta roca fosfórica no ha demostrado un efecto en el crecimiento de la plantación.

La biomasa aérea total aumenta en forma directa con el incremento del DAP, lo que confirma las ventajas de esta variable como predictora de la biomasa aérea total. El DAP permitió un buen ajuste de acuerdo a lo señalado por Wang *et al.* (2000) con modelos alométricos utilizando los datos de cada uno de los seis tratamientos.

Las figuras 13, 14 y 15 muestran que la distribución de la biomasa aérea fue similar en todos los tratamientos. Queda demostrado que, si bien existe una variación de los porcentajes de la distribución de los componentes de la biomasa aérea, estos no dependen del tamaño de los árboles ni del manejo nutritivo implementado en los tratamientos, sino más bien de características propias del árbol. Se destaca el fuste con la principal participación (71%) mientras que la copa presentó un 29% de la biomasa aérea total.

Todos los tratamientos presentaron una distribución de la biomasa aérea total tendiente a la normal en concordancia con la distribución diamétrica. Concentran la mayor cantidad en la clase diamétrica central y la siguiente mayor, vale decir, árboles con diámetros entre los 14 y 19 cm contribuyeron con valores entre 70 y 85% de la biomasa aérea total por hectárea. Cabe señalar que esta situación es común en plantaciones monoespecíficas y coetáneas, lo que además confirma la factibilidad de considerar el DMC para seleccionar árboles muestra para futuros estudios relacionados con la biomasa aérea.

Las proporciones de la biomasa de la copa y del fuste de los tratamientos B0 y T1 para las edades de 4 años obtenidas por Aparicio (2001) y a los 5 años obtenidas en el presente estudio, muestran una leve variación en ambos componentes: la proporción de copa disminuyó mientras que la del fuste aumentó (figura 20). Por otra parte, la figura 17 demuestra una similitud en la proporción de hojas en los tercios inferior y medio en casi todos los tratamientos (en el R0 es mayor el tercio medio), lo que significa que el tercio inferior ha perdido hojas con respecto al medio, debido a que con el cierre de copas se pierde follaje en esta especie intolerante. Si estuviera abierto el rodal, el tercio inferior acumularía más hojas que el tercio medio (por una mayor afluencia de luz) como ocurre en los tratamientos T0 y R1. Con el comienzo del cierre de copas (tratamientos B0, B1, R0 y T1) se da inicio a la etapa fustal, que correspondería al momento en que comienza a declinar la fase de producción de biomasa aérea total y comienza la fase de madurez de la plantación. Esto se explica porque en el momento del cierre de copas (figura 17) la competencia entre individuos comienza a ser alta, provocando en los árboles un cambio en su estrategia de crecimiento, concentrándolo en el fuste (figura 20). En términos cuantitativos el estrato de copas se mantiene aproximadamente constante en la fase de madurez del bosque, en cambio la masa fustal aumenta.

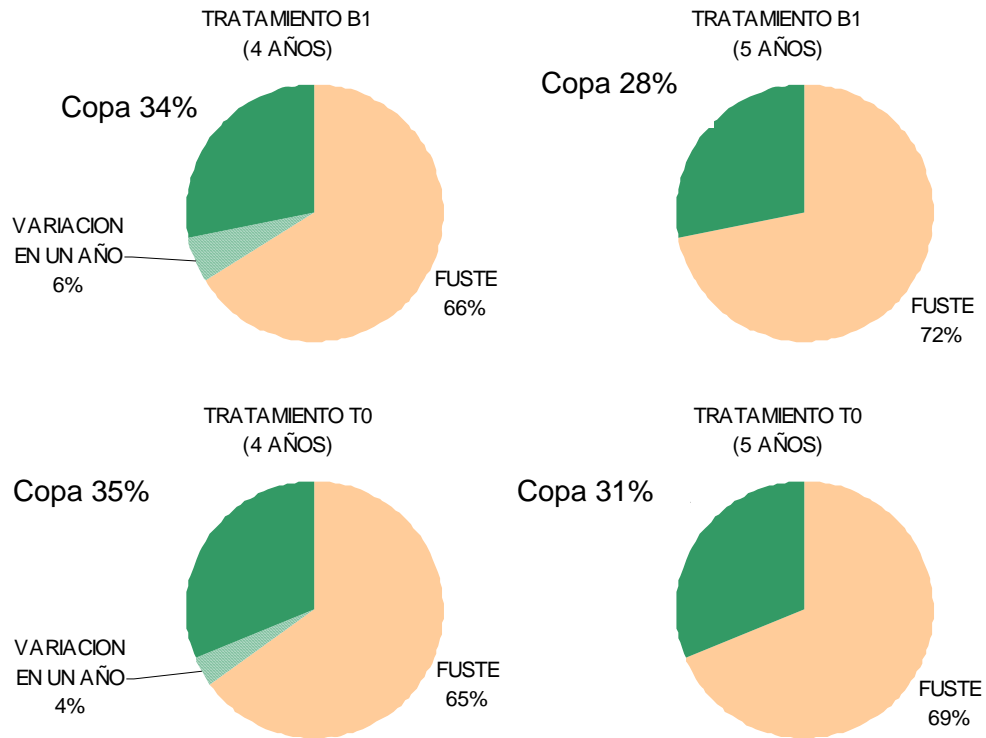


Figura 20. Variación en la distribución de la biomasa aérea de la copa y del fuste de *E. nitens* entre los 4 y 5 años. Datos a los 4 años según Aparicio (2001).

La distribución de los componentes en la copa separada en tres tercios (figura 16) exhibió un comportamiento constante en todos los tratamientos. El tercio inferior agrupó un 65% de ramas; aproximadamente el 25% lo constituyeron ramas muertas y el otro 40% ramas vivas; de las ramas vivas, aproximadamente la mitad resultaron ser ramillas y la otra mitad ramas mayores a 1 cm de diámetro. A su vez el 35% restante del tercio inferior, lo constituyeron hojas de las cuales 30% fueron hojas adultas y 5% juveniles. Por otra parte los tercios medio y superior presentaron una distribución de ramas y hojas de 50 % cada una; la diferencia entre estos tercios es que la proporción de hojas y ramillas va aumentando en altura y las ramas disminuyendo. Este comportamiento de la distribución de los componentes de la copa también constituye un soporte para la estimación de la biomasa a través de árboles representantes del DMC.

Al comparar los resultados entre los diferentes procedimientos de cálculo para la determinación de la biomasa aérea total (figura 10), los valores son muy similares lo que significa que para estudios posteriores se pueden reducir los costos en el muestreo considerando para la metodología la selección del árbol con el DMC lo que reduce el número de árboles para la obtención de muestras. Esto se sustenta también en la distribución de la biomasa aérea, que resultó independiente del DAP.

## 6 CONCLUSIONES

La biomasa aérea total fluctuó entre 86,9 y 122,6 t/ha, con IMA de 17,4 a 24,5 t/ha por año.

Los tratamientos de fertilización preplantación con rocas fosfóricas (Bifox y Carolina del Norte) por sí solos no han demostrado efectos en el crecimiento de la plantación.

La fertilización posplantación con fertilizantes solubles, incrementó la biomasa aérea en 8 - 40%.

La distribución de la biomasa aérea no fue influida por los tratamientos ni por el tamaño de los árboles, sino más bien corresponde a características propias del árbol.

En promedio, la madera ocupó el 63%, la corteza el 8%, las hojas el 12% y las ramas el 17% de la biomasa aérea.

La variabilidad de los componentes fue en orden decreciente:  
Ramas>hojas>corteza>madera.

El estado de desarrollo de la plantación en estudio se encontraría en el momento en que se cierran las copas y se inicia la etapa fustal, vale decir, la culminación de la fase de producción de biomasa, debido al grado de similitud en la proporción de hojas entre los tercios medio e inferior y por la disminución del crecimiento de la copa y el aumento de la masa fustal en casi todos los tratamientos.

Como es característica en plantaciones monoespecíficas y coetáneas la distribución de la biomasa aérea total tiende a la normal, lo que permitiría considerar el método de estimación según la clase diamétrica central para obtener resultados a un menor costo.

## 7 RESUMEN

Se cuantificó la biomasa aérea y su distribución en plantaciones de *Eucalyptus nitens* a los 5 años de edad, establecidas en suelos rojo arcillosos pobres de fósforos y con altos niveles de aluminio, ubicados en la precordillera costera de la Décima Región, en la comuna de Fresia.

Las actividades de establecimiento de la plantación se iniciaron con la aplicación de herbicidas y un subsolado de 50 cm de profundidad. Posteriormente, antes de la plantación se aplicó en el suelo 2 productos de roca fosfórica (Roca Fosfórica Carolina del Norte y Bifox). Posterior a la plantación se aplicaron al suelo NPK y micronutrientes (al segundo y cuarto año), con lo que sumado a sectores testigos se generaron 6 tratamientos.

En cada tratamiento se establecieron parcelas de 2.500 m<sup>2</sup>, donde se midió el DAP. Además, en cada tratamiento se extrajeron 10 árboles para la medición de la biomasa, para esto la copa se separó en tres tercios. La estimación de la biomasa total aérea en los seis tratamientos se realizó a través de la suma de los componentes: hojas juveniles y adultas, ramas y ramillas, ramas muertas, corteza y madera. El fuste se cortó y se pesó en trozos de 1 metro.

El DMC es similar en los tratamientos sin fertilización posplantación (14,3 cm). Lo mismo acontece en los tratamientos con fertilización posplantación (15,4 cm), vale decir que existe una diferencia de 1,1 cm. Las alturas totales muestran un rango entre 8,26 y 18,6 m. La altura promedio muestra un aumento en los tratamientos fertilizados posplantaciones con respecto a los no fertilizados.

Todos los tratamientos con fertilización posplantación presentaron una biomasa aérea total superior a los tratamientos sin fertilización posplantación. El mayor valor lo registró el T1 con 123 t/ha y el menor el B0 con 87 t/ha, el incremento mayor en biomasa para los tratamientos posplantación, lo presentó el B1 con un 40% superior al B0; el menor incremento fue del R1 con respecto al R0 con un 8%, y en forma intermedia el T1 fue superior en un 27% al T0.

El incremento medio anual en biomasa del ensayo varía entre 17,38 y 24,52 t/ha por año. En todos los tratamientos se observó que la madera fue el componente que más biomasa aportó al total, registrando en la aplicación de Bifox y fertilización posplantación el máximo valor de 78 t/ha. A pesar de las diferencias en la cantidad de la biomasa aérea, la distribución de sus componentes fue similar. El fuste (madera más corteza), concentró la mayor proporción de biomasa (71%), mientras que la copa (hojas y ramas) presentó un 29%.

Todos los tratamientos exhiben un mayor porcentaje de ramas (suma de ramas, ramillas y ramas muertas) en el tercio inferior (aproximadamente el 65%). En cambio para los tercios medio y superior el aporte de hojas y ramas fue de aproximadamente un 50% cada uno. Las proporciones de las hojas y ramillas aumentan en altura y la de ramas disminuye.

## 8 SUMMARY

The above ground biomass in *Eucaliptus nitens* plantations and its distribution at 5 years old, was quantified. This plantations was established on red clayey soils poor in phosphorus and with high aluminum levels, located in the coastal premountain range of the 10th Region, close to Fresia.

The plantation of establishment began with the application of herbicidas and subsoiling to 50 cm of depth. Then 2 phosphoric rock products (Phosphoric Rock Carolina of Norte and Bifox) was applied and mixed in to the soil, in soil strips of around. Later to the plantation to ground NPK and micronutrientes were applied (to the second and fourth year), with 6 treatments were generated.

In each treatment were 2.500 m<sup>2</sup> plots established, the Dap was measured. 10 trees were extracted, for the biomass determination, where the crown was separate in three thirds. The estimation of the above ground biomass in the six treatments was through the sum of the components: young and adult leaves, died branches and small branches, branches, bark and wood. The stern was weighed in pieces of 1 meter.

The MCD is similar between treatments without fertilization posplantación (14,3 cm). Also in the treatments with fertilization (15,4 cm), with a difference of 1,1 cm between them. The tree heights showed a rank of 8,26 to 18,6 ms. The height average by treatment shows to increase in the fertilized with respect to not fertilized treatments.

All the treatments with fertilization posplantación presented a higher total above ground biomass in comparison to the treatments without fertilization. The amount was registered by T1 with 123 t/ha and the lowest by the B0 with 87 t/ha. The greatest increase in biomass was for the treatments posplantación, presented B1 with 40% over B0; the lowest R1 with 8% R0 and an intermediate where T1 was 27% superior to T0.

The annual average increase of biomass varies between 17,38 and 24,52 t/ha/año. In all treatments it was observed that the wood was the component that contributes more to the total biomass, registering in the Bifox treatment with posplantación fertilization the maximum value of 78 t/ha. In spite of the differences in the amount of the above ground biomass, the tree components distribution was similar. The stern (wood with bark), concentrated the greatest proportion of biomass (71%), whereas the crown (leaves and branches) represented a 29%.

All the treatments exhibited a greater percentage of branches (sum of dead branches, small branches and green branches) in the inferior third (approx 65%). However for the middle and superior third the contribution of leaves and branches was of approx. a 50% each one. Also it was observed that the proportions of the leaves and small branches increased with height and the branches diminished.

## 9 BIBLIOGRAFÍA

- APARICIO, J. L. 2001. Rendimiento y Biomasa de *Eucalyptus nitens* con alternativas nutricionales para una silvicultura sustentable en un suelo rojo arcilloso. Tesis Magíster en Ciencias. Valdivia (Chile). Universidad austral de Chile, Fac. de Cs. Forestales. 150 p.
- APARICIO, J. L.; GERDING, V.; SCHLATTER, J. E y GREZ, R. 2001. Dinámica de elementos nutritivos en la biomasa de *Eucalyptus nitens* al cuarto año de crecimiento, en un suelo rojo arcilloso del sur de Chile. Simposio Internacional IUFRO: Desarrollando el Eucalipto del Futuro. Valdivia, 10-15.09.01. 14p.
- BESOAIN, E. 1985. Los suelos. En: Suelos volcánicos de Chile. Ed. por Juan Tosso. INIA. 25-95 pp.
- CAMPILLO, R. 1990. Roca fosfórica: nueva alternativa para fertilización de praderas de praderas. Ipa Carillanca. 9(3): 31-34
- CELHAY, J.A.; BONNEFOY, P. P. y RIQUELME, F. J. 1999. Efecto de la intensidad de poda sobre el crecimiento de *Eucalyptus nitens* In: XII SILVOTECNA. Concepción. Chile. 12 p.
- CLARK, A. 1979. Suggested procedures for measuring tree biomass and reporting tree prediction equations. Proc. For. Inventory Workshop, SAF-IUFRO. Ft. Collins, Colorado: 615-628.
- CROMER, R. N. 1984. The influence of nutrition on growth and photosynthesis in eucalyptus, In: IUFRO Symposium on site and productivity of fast growing plantations. South Africa Proceeding, pp: 669-677.
- CROW, T. 1978. Common regressions to estimate tree biomass in tropical stands. Forest Science 24 (1) : 110 –114.
- DONOSO, C. 1992. Ecología forestal; el bosque y su medio ambiente. 3ª ed. Santiago (Chile), Universitaria. 369 p.
- DONOSO, S.; F. RUIZ. 2001. Potencial hídrico y crecimiento de *Eucalyptus globulus* plantados a diferentes espaciamientos en la provincia de Huelva, España. Bosque 22 (1): 37-44.
- F.A.O. 1981. El eucalipto en la repoblación forestal. Romo. Serie Montes N° 11. 723 pp.
- FAJARDO, M. 1975. Contribución al estudio de los suelos rojo arcillosos del valle central. Santiago (Chile), Inst. De Recursos Naturales. 91 p.
- GARCINUÑO, J. L. 1995. Biomasa aérea en plantaciones jóvenes de *Eucalyptus globulus* (Lab.) en la costa de Valdivia, X Región. Tesis Ing. For. Valdivia (Chile). Universidad austral de Chile, Fac. de Cs. Forestales. 76 p.



- GERDING, V.; SCHLATTER, J. E. y APARICIO, J. L. 2001. Rendimiento de *Eucalyptus nitens* con distintos manejos nutritivos en un suelo rojo arcilloso del sur de Chile. Simposio Internacional IUFRO: Desarrollando el Eucalipto del Futuro. Valdivia, 10-15.09.01. 13p.
- HITCHCOCK, H.C. ; MCDONNELL, J.P. 1979. Biomass measurement: a synthesis of the literature. Proc. For. Inventory Workshop, SAF-IUFRO. Ft. Collins, Colorado: 544-595.
- HUBER, A.; P. BARRIGA y R. TRECAMAN. 1998. Efecto de densidad de plantaciones de *Eucalyptus nitens* sobre el balance hídrico en la zona de Collipulli, IX Región (Chile), *Bosque* 19 (1): 61-68.
- INFOR (INSTITUTO FORESTAL). 1986. Especies forestales exóticas de interés económico para Chile. Santiago (Chile), INFOR – CORFO. 168 p.
- INFOR- CONAF (INSTITUTO FORESTAL - CORPORACION NACIONAL FORESTAL). 1998. Monografía *Eucalyptus regnans*. Santiago (Chile), Corp. Nacional Forestal – instituto forestal – Fundación para la innovación Agraria. 89 p.
- IREN (INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES). 1964. Suelos, descripciones proyectos aereofotogramétrico Chile/ O.E.A. / B.I.D. Santiago (Chile), Inst. de recursos naturales.
- JAYAWICKRAMA, K. J. S.; SCHLATTER, J. E. y R. ESCOBAR. 1993. Eucalypt plantation forestry in Chile. *Aust. For.* 56 (2): 179-92.
- KANNEGIESSER, U. 1987. Evaluación de biomasa y boldina en Boldo (*Peumus boldo*, MOL), VII Región. Tesis. Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. Escuela de Ciencias Forestales.U. de Chile.97 p.
- KER, M. 1980. Tree biomass equations for seven species in South western New Brunswick, maritimes forest research centre, Canadian Forestry Service, Environment Canada Information Report M-X- 114. 18 p.
- LEIVA, F. 2000. Efectos de una roca fosfórica y una cal como tratamientos base en una plantación de *Eucalyptus nitens* (Maiden) en un suelo rojo arcilloso de la Comuna de Fresia, X Región. Tesis Ing. For. Valdivia (Chile). Universidad austral de Chile, Fac. de Cs. Forestales. 82 p.
- MADGWICK, H. 1979. Biomass of *Pinus resinosa* in relation to potassium nutrition. *Forest Science* 16(2); 154-159.
- MADGWICK, H. KREH, R 1980. Biomass estimation for virginia trees and stands. *Forest Science* 5 (1) : 107 - 111
- Infor -corfo. 1986. Especies forestales Exóticas de Interés económico. Santiago, Chile. 168 p.
- MELLA, A.; A KÜNE. 1985. Sistemática y descripción de las familias, asociaciones y series de suelos derivadas de materiales piroclásticos de la zona Central – Sur de Chile. In: TOSSO, J. (ed.) *Suelos Volcánicos de Chile*. Santiago (Chile), INIA. pp. 549-715

- MISRA, R. K.; TURNBULL, C.R.A.; CROMER, R.N.; GIBBONS, A. K.; LASALA, A.V. y BALLARD, I.M. 1998. Below-and above-ground growth of *Eucalyptus nitens* in a young plantation. *Biomass. Forest Ecology and Management* 106: 283 – 293
- MOLDENHAUER, F. 2003. Biomasa de raíces en una plantación de cinco años de *Eucalyptus nitens* en un suelo rojo arcilloso con énfasis en la fertilización fosforada. Tesis Ing. For. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Fac. de Cs. Forestales. 30 p.
- MORANDE, J. ; F. RODRÍGUEZ; C. SCHERPENISSE; C. CASTRO; E. SANDOVAL; J. ALVAREZ y C. REYES. 1997. Establecimiento De plantaciones. Concepción (Chile), subgerencia de Silvicultura y patrimonio, Forestal Mininco s.a. 136 p.
- MUÑOZ, F. A. 2002. Balance nutritivo de una plantación de *Eucalyptus nitens* (DEANE & MAIDEN) MAIDEN de 7 años de edad en suelos ñadi. Tesis Ing. For. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia. 108 p.
- PARDÉ, J.1980. Forest biomass. *Forestry abstracts. Review article. August, 1980.* 41 (8): 343-362.
- Penfold, A. R.; Willis, j. L. 1961. *The eucalypts: botany, cultivation, chemistry, and utilization.* Leonard Hill, London. 551 p.
- PRADO, J.; S. BARROS. 1989. *Eucalyptus. Principios de Silvicultura y manejo.* INFOR – CORFO. Santiago, Chile. 199 p.
- PURNELL, R. C. LUNDQUIST. J. E. 1986. *Properties and manangement of forest soils.* John Wiley and Sons, New York. 494 p.
- SADZAWKA, M; M. CARRASCO. 1985. Química de los suelos volcánicos. In: TOSSO, J. (ed.) *Suelos volcánicos de Chile.* Santiago (Chile), INIA. pp. 337- 490
- SCHLATTER, J. E. 1996. Demanda nutritiva. En: SCHLATTER, J; R.GREZ y V. GERDING. *Curso de postítulo en Fertilización forestal.* Valdivia (Chile), pp. 118-124
- SCHLATTER, J. E.; GERDING, V. R. y HUBER, H. 1995. Sistema de ordenamiento de la tierra. Herramienta para la planificación forestal. Aplicado a la X Región. Serie técnica facultad de Ciencias Forestales. Universidad austral de Chile. Valdivia. Chile. 93 p.
- SCHLATTER, J.; R. GREZ; V. GERDENG. 1981. *Manual para el reconocimiento de suelos.* Valdivia, Universidad Austral de Chile. 81 p.
- STAUB, J. P. 2000. Evaluación de una fertilización basada en fósforo al inicio de una plantación de *Eucalyptus nitens* (Deane y Maiden) Maiden en un suelo rojo arcilloso de la X Región. Tesis Ing. For. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia. 93 p.
- TORRES, A. 1994. Producción de follaje y potencial productivo de las áreas agroecológicas de la X Región. En: CAMPILLO, R. y G. BORTOLAMEOLLI (eds.). *Corrección de la*

fertilidad y uso de enmiendas en praderas y cultivos forrajeros. Puerto Varas (Chile), Inst. Nac. de invest. Agropecuarias.pp. 3-22

UICT. 2000. Informe final de Práctica Estival 2000, Décima Región de Los Lagos. Universidad Iberoamericana de Ciencia y Tecnología. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Escuela de Ingeniería Forestal. Santiago.102 pp.

URRUTIA, J. 1983. Fracciones de óxidos pedogénicos de hierro, aluminio, silicio y manganeso y fijación de fósforo en suelos de la Novena y Décima Regiones. Tesis Ing. For. Valdivia (Chile). Universidad Austral de Chile, Fac. de Cs. Forestales. 69 p.

WANG, J. R.; LETCHFORD, T.; COMEAU y KIMMINS, J.P. 2000. Above- and below- ground biomass nutrient distribution of a paper birch and subalpine fir mixed-species stand in the Sub-boreal Spruce zone of British Columbia. Forest Ecology and Management 130: 17-26.

YOUNG, H. E. 1979. Forest biomass as a renewable source of energy: inventory, productivity and availability. UNITAR Conference on long-term energy resources, Montreal. 18 pp.

## **ANEXO 1**

Cantidad de biomasa aérea por componentes  
Distribución de biomasa aérea por componentes

BIOMASA POR COMPONENTE Y TOTAL (ton/ha)

TRATAMIENTO	Hoja Adulta	Hoja Juvenil	Rama>1cm	Ramilla	RamaMuerta	Madera	Corteza	TOTAL
B0	9,82	0,50	5,37	4,26	3,26	56,79	6,89	86,90
B1	13,95	0,25	8,77	6,12	4,65	78,04	9,80	121,58
R0	11,89	0,41	6,02	4,95	2,80	64,46	7,01	97,54
R1	12,27	1,17	6,84	6,83	4,01	66,20	7,88	105,21
T0	12,14	0,21	7,70	6,06	3,65	59,24	7,26	96,27
T1	14,90	0,21	8,94	7,29	4,82	77,31	9,13	122,59

DISTRIBUCIÓN (%)

TRATAMIENTO	Hoja Adulta	Hoja Juvenil	Rama>1cm	Ramilla	RamaMuerta	Madera	Corteza	TOTAL
B0	11,30	0,58	6,17	4,90	3,75	65,36	7,93	100,00
B1	11,47	0,20	7,21	5,03	3,82	64,19	8,06	100,00
R0	12,19	0,42	6,17	5,07	2,87	66,09	7,19	100,00
R1	11,66	1,12	6,50	6,49	3,82	62,92	7,49	100,00
T0	12,61	0,22	8,00	6,30	3,79	61,53	7,55	100,00
T1	12,15	0,17	7,29	5,94	3,93	63,07	7,45	100,00

## **ANEXO 2**

Biomasa de la copa por tercios

B0	Arbol N°										B1	Arbol N°									
Tercio inferior	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tercio inferior	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dap (cm)	7,8	16,7	20,7	13,7	16,7	8	18,8	14	11	10,3	Dap (cm)	15,3	21,7	12	15	9,5	17,8	12,4	10,1	17,9	21,3
H Total (m)	11,7	16,3	17,2	14	16,5	13,16	15,8	15,16	15,15	13,8	H Total (m)	17,86	18,45	15,1	16,45	13,37	16,75	13,55	13,6	17,35	18,6
Hoja Adulta (kg)	0,368	4,184	5,2514	3,249	3,7282997	0,8969	8,6547	3,314	0,908	1,1343	Hoja Adulta (kg)	4,4307	8,55224	2,016	6,09054	1,2857839	5,39599	0	2,21044	5,31383	8,1411
Hoja Juvenil (kg)	0,743	0,425	0,291	0,469	0,2248402	0	0	0,188	0	0,3098	Hoja Juvenil (kg)	0	0	0,032	0	0,0479855	0	0,38079	0	0	0
Rama>1cm (kg)	0	2,911	4,7296	2,927	1,8645194	0	8,3138	0,949	0,414	0,3494	Rama>1cm (kg)	2,43018	7,4825	0,771	3,5687	0,8095246	7,13407	0,84759	1,34783	3,51882	12,476
Ramilla (kg)	0,57	1,753	2,609	1,438	1,5050128	0,6119	4,247	1,147	0,519	0,741	Ramilla (kg)	1,74492	3,59931	1,035	2,27593	0,6814743	2,04848	1,04894	1,47536	2,14122	4,1214
RamaMuerta (kg)	0,199	3,356	6,3579	1,636	2,3140028	1,2999	4,1195	1,897	1,977	1,1959	RamaMuerta (kg)	2,59972	5,30835	1,236	3,95898	0,4009901	5,32956	1,56082	2,21782	3,68034	6,3769
Total (kg)	1,881	12,63	19,239	9,719	9,6366749	2,8087	25,335	7,495	3,818	3,7305	Total (kg)	12,2818	27,1401	5,601	17,5332	3,3917683	22,1145	4,48431	8,16963	16,1779	33,755
Tercio Medio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tercio Medio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dap (cm)	7,8	16,7	20,7	13,7	16,7	8	18,8	14	11	10,3	Dap (cm)	15,3	21,7	12	15	9,5	17,8	12,4	10,1	17,9	21,3
H Total (m)	11,7	16,3	17,2	14	16,5	13,16	15,8	15,16	15,15	13,8	H Total (m)	17,86	18,45	15,1	16,45	13,37	16,75	13,55	13,6	17,35	18,6
Hoja Adulta (kg)	0,558	4,893	8,8425	1,685	4,2870265	0,7208	4,7021	3,101	1,237	0,948	Hoja Adulta (kg)	4,41708	7,44627	1,91	4,43685	0,8711605	4,965	1,91591	1,68503	6,09902	8,1244
Hoja Juvenil (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Hoja Juvenil (kg)	0	0	0	0	0	0	1,25889	0	0	0
Rama>1cm (kg)	0	2,706	6,6688	0,719	1,9206036	0	3,7534	1,511	0	0,0908	Rama>1cm (kg)	2,09877	7,17332	0,653	1,86725	0,1545429	3,69882	0,72605	1,03825	3,49344	6,996
Ramilla (kg)	0,324	1,903	1,2204	0,86	1,3324426	0,5043	2,2565	1,274	0,69	0,8071	Ramilla (kg)	1,39141	3,35324	0,896	1,90498	0,5680642	2,1632	0,80328	0,75022	2,31066	3,6521
RamaMuerta (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	RamaMuerta (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total (kg)	0,882	9,502	16,732	3,263	7,5400726	1,2251	10,712	5,885	1,927	1,8458	Total (kg)	7,90726	17,9728	3,459	8,20908	1,5937677	10,827	4,70413	3,4735	11,9031	18,772
Tercio superior	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tercio superior	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dap (cm)	7,8	16,7	20,7	13,7	16,7	8	18,8	14	11	10,3	Dap (cm)	15,3	21,7	12	15	9,5	17,8	12,4	10,1	17,9	21,3
H Total (m)	11,7	16,3	17,2	14	16,5	13,16	15,8	15,16	15,15	13,8	H Total (m)	17,86	18,45	15,1	16,45	13,37	16,75	13,55	13,6	17,35	18,6
Hoja Adulta (kg)	0,375	1,224	2,8384	0,194	0,8569124	0,1647	0,7586	0,525	0,595	0,3757	Hoja Adulta (kg)	0,57342	1,99571	0,556	1,44902	0,5414109	2,37931	0,7293	0,47845	1,72728	1,9829
Hoja Juvenil (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Hoja Juvenil (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rama>1cm (kg)	0	0,562	2,4614	0	0,358316	0	0,3467	0,067	0	0	Rama>1cm (kg)	0,08728	1,01204	0	0,50645	0	1,27675	0,12442	0	0,5302	1,5017
Ramilla (kg)	0,216	0,655	1,2182	0,144	0,3724888	0,119	0,4312	0,3	0,545	0,3324	Ramilla (kg)	1,02607	0,83498	0,347	0,70197	0,4201284	0,96553	0,31295	0,23702	0,9254	0,9242
RamaMuerta (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	RamaMuerta (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total (kg)	0,59	2,442	6,518	0,338	1,5877172	0,2837	1,5366	0,893	1,139	0,7082	Total (kg)	1,68676	3,84273	0,903	2,65744	0,9615394	4,62159	1,16667	0,71547	3,18287	4,4088

R0	Arbol N°										R1	Arbol N°									
Tercio inferior	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tercio inferior	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dap (cm)	17,1	17,7	20,7	11,8	14,1	14,4	11,8	8,4	9,2	20	Dap (cm)	13	15,3	17,9	20,4	9,1	18,6	19,6	9,5	11,4	14,8
H Total (m)	17,2	17,2	17,7	14,55	15,5	14,7	14,3	11,25	12,9	16,8	H Total (m)	14,67	16,6	16,9	17,4	11,55	17,3	15,2	12,2	14,9	16,1
Hoja Adulta (kg)	3,675	7,158	6,1942	1,756	4,0262406	2,3829	1,3984	0,162	1,726	7,7092	Hoja Adulta (kg)	0,96806	3,61076	4,692	10,4314	1,3566326	6,61474	7,64422	0,31957	1,32231	6,2673
Hoja Juvenil (kg)	0,81	0	0,8515	0,226	0	0,024	0,6684	0,951	0,168	0,066	Hoja Juvenil (kg)	1,26932	0,89423	0	1,11892	0,2467511	0	0,36086	0,50446	0,51747	1,587
Rama>1cm (kg)	2,147	4,624	4,233	0,604	0,7291335	1,8025	0,8282	0,202	0	3,2785	Rama>1cm (kg)	0,82859	3,76577	3,19	8,60556	0,2170581	3,9981	8,16461	0,29251	0,86614	2,2849
Ramilla (kg)	1,405	2,611	2,184	0,841	1,3850296	0,992	1,4029	0,543	0,727	2,2289	Ramilla (kg)	1,26923	2,87237	1,926	3,98236	0,8556455	2,9396	2,94602	0,60455	1,21131	3,4748
RamaMuerta (kg)	1,853	3,562	3,2673	0,962	1,6619519	2,1216	0,983	0,816	0,261	3,7143	RamaMuerta (kg)	1,12235	3,28147	3,128	4,97525	0,9681754	3,2256	3,78218	1,17461	1,59477	3,1153
Total (kg)	9,891	19,43	16,73	4,389	8,4904036	8,2013	5,2808	2,675	2,884	18,535	Total (kg)	5,45754	14,4246	12,94	31,1732	3,6442627	18,1134	24,4637	2,8957	5,51199	16,729
Tercio Medio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tercio Medio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dap (cm)	17,1	17,7	20,7	11,8	14,1	14,4	11,8	8,4	9,2	20	Dap (cm)	13	15,3	17,9	20,4	9,1	18,6	19,6	9,5	11,4	14,8
H Total (m)	17,2	17,2	17,7	14,55	15,5	14,7	14,3	11,25	12,9	16,8	H Total (m)	14,67	16,6	16,9	17,4	11,55	17,3	15,2	12,2	14,9	16,1
Hoja Adulta (kg)	6,268	5,185	9,4126	2,252	2,5440822	4,058	1,9761	0,682	1,43	8,3876	Hoja Adulta (kg)	1,94947	3,26721	5,845	4,90854	0,7306802	4,07027	2,68549	1,19185	0,59078	3,8247
Hoja Juvenil (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0,097	0	0	Hoja Juvenil (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rama>1cm (kg)	2,726	3,559	5,3003	0,261	0,8252164	3,504	0,5496	0,193	0	3,9004	Rama>1cm (kg)	0,29071	3,00841	2,59	4,73417	0,1440388	1,82169	2,4516	0,33179	0	1,3579
Ramilla (kg)	2,007	2,455	2,6775	0,968	1,0658684	1,6361	1,2361	0,508	0,824	2,013	Ramilla (kg)	1,10193	1,60925	2,377	2,05324	0,6270265	1,99992	1,31289	0,64875	0,83725	2,0543
RamaMuerta (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	RamaMuerta (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total (kg)	11	11,2	17,39	3,481	4,435167	9,1982	3,7619	1,48	2,254	14,301	Total (kg)	3,34211	7,88487	10,81	11,6959	1,5017455	7,89189	6,44998	2,1724	1,42803	7,2369
Tercio superior	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tercio superior	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dap (cm)	17,1	17,7	20,7	11,8	14,1	14,4	11,8	8,4	9,2	20	Dap (cm)	13	15,3	17,9	20,4	9,1	18,6	19,6	9,5	11,4	14,8
H Total (m)	17,2	17,2	17,7	14,55	15,5	14,7	14,3	11,25	12,9	16,8	H Total (m)	14,67	16,6	16,9	17,4	11,55	17,3	15,2	12,2	14,9	16,1
Hoja Adulta (kg)	2,097	0,83	2,1887	0,538	0,3661986	0,3293	0,656	0,113	0,505	1,7234	Hoja Adulta (kg)	0,97112	1,13524	1,132	1,25314	0,4177944	0,7363	1,0381	0,5338	0,4836	0,8116
Hoja Juvenil (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Hoja Juvenil (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rama>1cm (kg)	0,413	0,413	0,7519	0	0,0576755	0,2099	0,1071	0	0	0	Rama>1cm (kg)	0,22836	0,28284	0,314	0,29837	0	0,21824	0,38805	0,16555	0	0,1754
Ramilla (kg)	0,912	0,435	0,7981	0,265	0,1936841	0,2908	0,5129	0,12	0,262	0,7513	Ramilla (kg)	0,66381	0,72658	0,632	0,53865	0,2937857	0,43129	0,52885	0,38046	0,26371	0,5332
RamaMuerta (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	RamaMuerta (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total (kg)	3,422	1,678	3,7386	0,803	0,6175582	0,8301	1,2759	0,233	0,768	2,4747	Total (kg)	1,86329	2,14466	2,078	2,09016	0,7115801	1,38583	1,955	1,07981	0,74731	1,5203



T0	Arbol N°										T1	Arbol N°									
Tercio inferior	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tercio inferior	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dap (cm)	8	7,1	11,3	14,5	20,6	22,8	19,7	14,7	18,6	11,1	Dap (cm)	8,6	8,9	12,1	12,1	23,5	15,9	19	15,6	18,5	20,8
H Total (m)	10	8,26	12,61	14,25	16,93	15,35	16,9	13,1	17,15	11,35	H Total (m)	13,46	11,8	16,2	15,3	18,3	16,4	16,3	16,32	14,2	16,4
Hoja Adulta (kg)	0,309	0,51	2,8819	5,31	5,8884789	14,134	7,3855	5,282	5,191	1,7102	Hoja Adulta (kg)	0,46183	1,47177	2,266	1,83559	9,6250986	4,60992	9,81159	3,54003	7,23264	8,1332
Hoja Juvenil (kg)	0,865	0,009	0	0	1,784048	0,549	0	0	0,171	0	Hoja Juvenil (kg)	0,10949	0,38064	0	0	0	0	0,48076	0,02177	0	0
Rama>1cm (kg)	0,47	0,133	1,4283	4,423	6,2646698	16,96	4,9227	2,878	4,368	0,8808	Rama>1cm (kg)	0	0,27801	0,718	1,81497	6,1059667	3,28197	7,75417	1,32791	8,91049	8,9011
Ramilla (kg)	0,518	0,396	1,5578	2,721	2,5751995	5,454	2,3277	2,738	2,589	1,4619	Ramilla (kg)	0,55615	1,15807	1,499	2,11508	3,4096046	2,15638	5,37173	1,6947	3,45221	3,2238
RamaMuerta (kg)	0,58	0,523	1,3939	2,6	4,1626591	7,4434	3,6612	2,357	3,45	1,1528	RamaMuerta (kg)	0,7355	1,64781	1,557	1,93989	7,9526167	2,84441	6,2942	2,00849	4,45757	5,4208
Total (kg)	2,981	1,789	7,839	16,13	22,398396	47,622	19,813	14,23	17,2	5,6829	Total (kg)	2,16747	5,61849	6,685	8,50864	30,38567	14,0703	32,3183	9,4244	25,8983	27,923
Tercio Medio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tercio Medio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dap (cm)	8	7,1	11,3	14,5	20,6	22,8	19,7	14,7	18,6	11,1	Dap (cm)	8,6	8,9	12,1	12,1	23,5	15,9	19	15,6	18,5	20,8
H Total (m)	10	8,26	12,61	14,25	16,93	15,35	16,9	13,1	17,15	11,35	H Total (m)	13,46	11,8	16,2	15,3	18,3	16,4	16,3	16,32	14,2	16,4
Hoja Adulta (kg)	0,933	0,314	1,6453	2,171	6,4572417	5,4659	5,1671	2,295	5,592	1,2058	Hoja Adulta (kg)	1,24746	0,40319	1,919	2,52126	5,7604427	6,85895	4,20534	2,86215	4,85959	1,4507
Hoja Juvenil (kg)	0,065	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Hoja Juvenil (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rama>1cm (kg)	0,289	0	0,4372	1,033	3,7902963	5,1903	2,7518	0,951	4,095	0,8474	Rama>1cm (kg)	0	0,06169	0,084	0,5836	4,8742662	3,8914	3,71585	0,85208	0	1,1975
Ramilla (kg)	0,585	0,459	1,032	1,43	2,3438124	2,4427	1,8268	1,384	2,219	1,1608	Ramilla (kg)	0,68546	0,33117	1,077	1,42316	2,8754505	3,10851	1,76033	1,26853	1,88901	0,4737
RamaMuerta (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	RamaMuerta (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total (kg)	1,872	0,774	3,1144	4,633	12,59135	13,099	9,7456	4,63	11,91	3,214	Total (kg)	1,93291	0,79605	3,079	4,52802	13,510159	13,8589	9,68153	4,98276	6,7486	3,1219
Tercio superior	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tercio superior	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dap (cm)	8	7,1	11,3	14,5	20,6	22,8	19,7	14,7	18,6	11,1	Dap (cm)	8,6	8,9	12,1	12,1	23,5	15,9	19	15,6	18,5	20,8
H Total (m)	10	8,26	12,61	14,25	16,93	15,35	16,9	13,1	17,15	11,35	H Total (m)	13,46	11,8	16,2	15,3	18,3	16,4	16,3	16,32	14,2	16,4
Hoja Adulta (kg)	0,136	0,155	0,3091	0,645	0,9086508	2,1544	1,4524	0,289	1,205	0,1198	Hoja Adulta (kg)	0,18891	0,15361	0,257	0,67351	0,6639235	2,90145	1,40198	0,35439	0,94931	0,1622
Hoja Juvenil (kg)	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	Hoja Juvenil (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rama>1cm (kg)	0,073	0	0	0,136	0	1,6197	0,5043	0	0,346	0,032	Rama>1cm (kg)	0	0,03257	0,084	0,06546	0,4799664	1,19213	0,65885	0	0,69072	0,0821
Ramilla (kg)	0,124	0,139	0,1794	0,439	0,4246531	1,3744	0,6626	0,24	0,579	0,1711	Ramilla (kg)	0,15659	0,15975	0,199	0,53769	0,3295973	1,22729	0,71296	0,21579	0,45266	0,0969
RamaMuerta (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	RamaMuerta (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total (kg)	0,333	0,304	0,4885	1,22	1,3333039	5,1485	2,6193	0,529	2,13	0,3229	Total (kg)	0,3455	0,34593	0,54	1,27666	1,4734871	5,32086	2,77379	0,57018	2,09269	0,3412

### **ANEXO 3**

Biomasa del fuste por trozos de 1 m

<b>B0</b>	Arbol 1	Dap (cm)	7,8	Arbol 2	Dap (cm)	16,7	Arbol 3	Dap (cm)	20,7	Arbol 4	Dap (cm)	13,7	Arbol 5	Dap (cm)	16,7
	Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)		
TROZO	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL
1	1,77	0,33	2,10	8,39	1,44	9,83	13,29	2,07	15,36	5,27	0,89	6,16	8,14	1,40	9,54
2	1,37	0,26	1,62	6,68	1,15	7,83	10,07	1,57	11,64	4,65	0,79	5,44	6,90	1,19	8,08
3	1,36	0,16	1,52	6,72	0,71	7,43	10,03	1,28	11,31	4,23	0,46	4,69	6,35	0,73	7,07
4	1,08	0,13	1,21	6,02	0,64	6,66	9,31	1,18	10,49	3,60	0,39	3,99	5,63	0,64	6,27
5	0,90	0,10	1,01	5,64	0,56	6,20	9,18	0,95	10,13	3,32	0,32	3,63	5,04	0,54	5,58
6	0,66	0,08	0,74	5,04	0,50	5,55	8,28	0,85	9,14	2,52	0,24	2,76	4,64	0,49	5,14
7	0,43	0,06	0,49	4,29	0,42	4,70	7,61	0,66	8,28	1,97	0,19	2,16	4,27	0,43	4,69
8	0,30	0,04	0,34	3,32	0,32	3,65	6,60	0,58	7,18	1,47	0,14	1,61	3,51	0,35	3,86
9	0,21	0,04	0,25	2,46	0,25	2,71	5,44	0,49	5,93	0,95	0,11	1,06	2,83	0,28	3,11
10	0,13	0,02	0,15	1,93	0,20	2,13	4,37	0,39	4,76	0,58	0,06	0,65	2,19	0,21	2,41
11				1,38	0,16	1,55	3,29	0,30	3,59	0,35	0,05	0,40	1,73	0,20	1,92
12				0,93	0,11	1,04	2,27	0,21	2,48	0,14	0,02	0,15	1,16	0,13	1,29
13				0,49	0,07	0,56	1,75	0,17	1,92				0,71	0,10	0,81
14				0,23	0,03	0,26	1,01	0,10	1,11				0,35	0,05	0,40
15							0,33	0,04	0,37						
16							0,16	0,02	0,19						
TOTAL	8,22	1,21	9,43	53,52	6,58	60,10	93,01	10,85	103,87	29,04	3,65	32,69	53,43	6,73	60,17
<b>B0</b>	Arbol 6	Dap (cm)	8	Arbol 7	Dap (cm)	18,8	Arbol 8	Dap (cm)	14	Arbol 9	Dap (cm)	11	Arbol 10	Dap (cm)	10,3
	Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)		
TROZO	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL
1	2,18	0,53	2,71	11,03	1,82	12,85	6,47	0,81	7,28	3,20	0,61	4,81	3,82	0,74	4,56
2	1,61	0,39	2,00	9,13	1,50	10,63	5,36	0,67	6,03	3,02	0,33	3,81	2,99	0,58	3,57
3	1,67	0,20	1,87	8,43	1,00	9,43	5,28	0,43	5,71	2,71	0,29	3,35	2,84	0,33	3,16
4	1,40	0,17	1,57	7,71	0,91	8,63	4,64	0,38	5,01	2,47	0,24	3,00	2,47	0,28	2,75
5	1,19	0,13	1,32	7,34	0,84	8,19	4,07	0,33	4,40	2,08	0,20	2,71	2,17	0,23	2,39
6	1,04	0,12	1,16	6,29	0,72	7,01	3,49	0,28	3,78	1,78	0,15	2,27	1,69	0,18	1,87
7	0,82	0,11	0,93	5,80	0,64	6,45	3,01	0,26	3,27	1,49	0,13	1,93	1,29	0,14	1,43
8	0,62	0,08	0,70	4,11	0,45	4,57	2,23	0,19	2,42	1,18	0,11	1,62	0,95	0,10	1,05
9	0,45	0,07	0,52	3,48	0,40	3,88	1,75	0,17	1,91	0,95	0,09	1,29	0,64	0,08	0,72
10	0,30	0,04	0,35	2,14	0,25	2,38	1,10	0,10	1,21	0,66	0,08	1,04	0,42	0,05	0,47
11	0,17	0,03	0,21	1,52	0,20	1,72	0,79	0,09	0,88	0,44	0,05	0,74	0,26	0,04	0,30
12	0,09	0,02	0,11	0,96	0,13	1,08	0,51	0,06	0,57			0,49	0,18	0,03	0,21
13				0,38	0,07	0,45	0,25	0,04	0,30						
14				0,19	0,03	0,22	0,09	0,02	0,11						
15															
16															
TOTAL	11,55	1,89	13,44	68,50	8,98	77,48	39,03	3,84	42,87	19,98	2,27	27,05	19,71	2,77	22,48

<b>B1</b>	Arbol 1	Dap (cm)	15,3	Arbol 2	Dap (cm)	21,7	Arbol 3	Dap (cm)	12	Arbol 4	Dap (cm)	15	Arbol 5	Dap (cm)	9,5
	Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)		
TROZO	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL
1	7,59	1,14	8,73	14,45	2,14	16,59	4,44	0,78	5,22	8,05	1,87	9,92	3,09	0,48	3,56
2	6,47	0,97	7,45	11,65	1,73	13,38	3,79	0,66	4,45	5,75	1,33	7,08	2,47	0,38	2,85
3	5,97	0,62	6,59	11,88	1,37	13,26	3,45	0,39	3,84	5,41	0,77	6,18	2,37	0,24	2,61
4	5,69	0,60	6,28	10,94	1,26	12,21	3,14	0,35	3,49	5,13	0,73	5,86	1,92	0,19	2,11
5	5,51	0,58	6,09	10,44	1,11	11,55	2,80	0,29	3,10	4,97	0,56	5,53	1,75	0,14	1,89
6	4,99	0,52	5,51	9,23	0,99	10,22	2,49	0,26	2,75	4,68	0,53	5,21	1,63	0,13	1,76
7	4,56	0,49	5,05	9,26	0,97	10,23	2,27	0,23	2,49	3,70	0,33	4,03	1,11	0,09	1,21
8	4,26	0,46	4,71	6,69	0,70	7,39	1,74	0,18	1,92	3,00	0,27	3,27	0,86	0,07	0,93
9	3,21	0,35	3,57	6,08	0,63	6,71	1,38	0,14	1,52	2,50	0,23	2,72	0,61	0,06	0,68
10	2,69	0,29	2,98	4,79	0,50	5,29	1,06	0,11	1,17	2,08	0,19	2,27	0,45	0,05	0,50
11	2,11	0,25	2,36	4,04	0,46	4,50	0,70	0,09	0,79	1,42	0,15	1,57	0,26	0,04	0,30
12	1,55	0,18	1,73	2,49	0,28	2,77	0,46	0,06	0,52	0,99	0,11	1,09	0,14	0,02	0,16
13	1,12	0,15	1,27	1,70	0,20	1,90	0,24	0,04	0,28	0,49	0,07	0,56			
14	0,72	0,09	0,81	1,17	0,14	1,30	0,11	0,02	0,13	0,25	0,03	0,28			
15	0,41	0,07	0,48	0,66	0,10	0,77				0,10	0,02	0,13			
16	0,21	0,04	0,25	0,37	0,06	0,43				0,03	0,01	0,04			
TOTAL	57,05	6,81	63,86	105,85	12,64	118,49	28,08	3,60	31,67	48,55	7,20	55,75	16,65	1,91	18,56
<b>B1</b>	Arbol 6	Dap (cm)	17,8	Arbol 7	Dap (cm)	12,4	Arbol 8	Dap (cm)	10,1	Arbol 9	Dap (cm)	17,9	Arbol 10	Dap (cm)	21,3
	Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)		
TROZO	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL
1	11,82	1,75	13,57	4,36	0,68	5,04	3,94	0,80	4,74	11,49	1,95	13,43	16,62	3,06	19,68
2	8,56	1,27	9,83	3,28	0,51	3,79	2,87	0,59	3,45	9,04	1,53	10,57	13,12	2,41	15,53
3	8,97	0,95	9,92	3,16	0,36	3,52	2,73	0,43	3,16	9,00	1,00	9,99	12,32	1,85	14,16
4	8,17	0,87	9,03	2,77	0,32	3,09	2,09	0,33	2,42	8,31	0,92	9,23	11,61	1,74	13,35
5	7,21	0,67	7,88	2,52	0,28	2,79	1,78	0,30	2,08	7,86	0,79	8,65	9,87	1,20	11,07
6	6,45	0,60	7,06	2,06	0,23	2,29	1,49	0,25	1,74	7,12	0,72	7,84	8,88	1,08	9,95
7	6,65	0,57	7,22	1,75	0,19	1,94	1,13	0,22	1,35	6,25	0,64	6,89	7,47	0,86	8,33
8	4,57	0,39	4,96	1,42	0,16	1,58	0,77	0,15	0,92	5,10	0,53	5,63	6,28	0,73	7,01
9	4,15	0,35	4,50	1,12	0,14	1,26	0,51	0,09	0,60	4,36	0,45	4,81	5,28	0,58	5,86
10	3,04	0,26	3,29	0,78	0,09	0,88	0,36	0,06	0,42	3,57	0,37	3,93	4,52	0,50	5,01
11	2,40	0,23	2,63	0,38	0,06	0,44				2,74	0,31	3,05	3,77	0,45	4,22
12	1,66	0,16	1,82	0,16	0,02	0,19				1,98	0,22	2,20	2,68	0,32	3,00
13	1,11	0,13	1,23							1,29	0,18	1,47	1,95	0,27	2,21
14	0,59	0,07	0,66							0,74	0,10	0,84	1,42	0,19	1,61
15	0,23	0,04	0,27							0,30	0,05	0,36	0,68	0,10	0,78
16	0,05	0,01	0,06							0,11	0,02	0,13	0,29	0,04	0,33
TOTAL	75,63	8,32	83,96	23,79	3,02	26,81	17,67	3,23	20,90	79,25	9,78	89,04	106,75	15,38	122,13

<b>R0</b>	Arbol 1	Dap (cm)	17,1	Arbol 2	Dap (cm)	17,7	Arbol 3	Dap (cm)	20,7	Arbol 4	Dap (cm)	11,8	Arbol 5	Dap (cm)	14,1
	Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)		
TROZO	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL
1	9,67	1,50	11,17	11,01	1,63	12,65	13,96	2,17	16,13	4,28	0,79	5,07	6,85	1,03	7,88
2	7,71	1,20	8,91	8,77	1,30	10,08	11,72	1,82	13,54	3,55	0,65	4,21	5,36	0,81	6,17
3	7,43	0,82	8,25	8,63	0,62	9,24	11,10	1,16	12,26	3,44	0,38	3,82	4,99	0,43	5,42
4	6,88	0,76	7,64	7,77	0,56	8,33	10,66	1,12	11,78	3,09	0,34	3,43	4,57	0,39	4,96
5	5,96	0,62	6,58	7,23	0,37	7,60	8,32	0,75	9,07	2,57	0,26	2,83	3,94	0,33	4,27
6	5,22	0,54	5,76	6,55	0,34	6,89	7,71	0,70	8,41	2,16	0,22	2,38	3,21	0,27	3,48
7	4,82	0,49	5,31	5,30	0,27	5,57	6,16	0,54	6,70	1,63	0,18	1,81	2,74	0,24	2,98
8	3,89	0,39	4,28	4,51	0,23	4,74	4,88	0,43	5,31	1,29	0,15	1,43	2,11	0,19	2,30
9	3,38	0,36	3,73	3,86	0,22	4,09	4,13	0,37	4,50	0,98	0,12	1,11	1,71	0,18	1,89
10	2,58	0,27	2,85	2,85	0,17	3,02	3,26	0,30	3,56	0,66	0,08	0,74	1,27	0,13	1,40
11	2,05	0,25	2,30	2,16	0,14	2,30	2,44	0,25	2,69	0,46	0,07	0,53	0,87	0,10	0,97
12	1,58	0,19	1,77	1,54	0,10	1,64	1,76	0,18	1,95	0,31	0,05	0,36	0,54	0,07	0,61
13	0,96	0,14	1,10	1,01	0,07	1,08	1,02	0,13	1,16	0,15	0,03	0,18	0,27	0,04	0,32
14	0,58	0,08	0,67	0,53	0,04	0,57	0,69	0,09	0,78	0,04	0,01	0,05	0,15	0,02	0,17
15	0,34	0,06	0,41	0,23	0,02	0,25	0,34	0,06	0,40						
16	0,16	0,03	0,20	0,13	0,01	0,14	0,18	0,03	0,22						
TOTAL	63,23	7,70	70,93	72,08	6,10	78,19	88,36	10,11	98,47	24,61	3,33	27,93	38,58	4,24	42,82
<b>R0</b>	Arbol 6	Dap (cm)	14,4	Arbol 7	Dap (cm)	11,8	Arbol 8	Dap (cm)	8,4	Arbol 9	Dap (cm)	9,2	Arbol 10	Dap (cm)	20
	Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)		
TROZO	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL
1	1,02	3,97	7,42	0,99	6,37	4,77	2,62	0,54	3,16	2,73	0,40	3,13	12,52	1,69	14,21
2	0,80	5,72	6,27	0,77	5,74	3,94	1,92	0,40	2,32	2,18	0,32	2,50	10,60	1,43	12,03
3	0,43	5,11	5,48	0,41	5,10	3,54	1,51	0,20	1,72	2,07	0,21	2,28	10,53	1,05	11,58
4	0,39	4,67	5,02	0,37	4,67	3,14	1,22	0,17	1,39	1,47	0,15	1,62	9,16	0,92	10,08
5	0,33	4,05	4,41	0,32	4,05	2,75	0,93	0,13	1,06	1,20	0,12	1,32	8,83	0,84	9,67
6	0,27	3,30	3,73	0,26	3,30	2,29	0,57	0,08	0,65	0,97	0,09	1,07	7,06	0,67	7,73
7	0,24	2,84	2,96	0,23	2,84	1,79	0,40	0,06	0,45	0,79	0,09	0,88	6,95	0,61	7,56
8	0,19	2,19	2,38	0,18	2,19	1,41	0,24	0,03	0,27	0,58	0,06	0,64	5,52	0,49	6,01
9	0,18	1,81	1,88	0,17	1,81	1,16	0,14	0,02	0,16	0,41	0,05	0,46	3,73	0,37	4,10
10	0,13	1,35	1,15	0,13	1,34	0,82	0,09	0,02	0,10	0,26	0,03	0,29	3,04	0,30	3,34
11	0,10	0,94	0,62	0,10	0,94	0,58				0,17	0,02	0,19	2,08	0,24	2,32
12	0,07	0,59	0,33	0,06	0,59	0,38				0,07	0,01	0,08	1,43	0,17	1,60
13	0,04	0,31	0,14	0,04	0,31	0,20							0,84	0,13	0,97
14	0,02	0,16	0,06	0,02	0,16	0,07							0,47	0,07	0,54
15													0,20	0,04	0,25
16													0,09	0,02	0,11
TOTAL	4,21	37,01	41,86	4,06	39,41	26,85	9,65	1,64	11,29	12,89	1,56	14,45	83,06	9,03	92,09

R1	Arbol 1	Dap (cm)	13	Arbol 2	Dap (cm)	15,3	Arbol 3	Dap (cm)	17,9	Arbol 4	Dap (cm)	20,4	Arbol 5	Dap (cm)	9,1
	Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)		
TROZO	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL
1	4,53	0,75	5,28	7,05	1,14	8,19	9,80	1,20	11,00	14,55	2,60	17,15	2,21	0,45	2,66
2	3,85	0,64	4,49	5,83	0,94	6,77	8,02	0,98	9,00	11,31	2,02	13,33	1,76	0,36	2,12
3	3,77	0,39	4,16	5,79	0,61	6,41	7,86	0,66	8,52	11,02	1,64	12,66	1,58	0,20	1,78
4	3,35	0,35	3,70	5,23	0,55	5,78	7,10	0,60	7,70	9,79	1,46	11,25	1,35	0,17	1,52
5	3,07	0,27	3,34	4,91	0,44	5,35	6,52	0,51	7,04	8,62	1,18	9,80	1,09	0,12	1,21
6	2,61	0,23	2,84	4,15	0,37	4,53	5,80	0,46	6,26	7,91	1,09	9,00	0,79	0,09	0,87
7	2,16	0,19	2,35	3,75	0,31	4,06	5,22	0,38	5,60	7,39	0,98	8,37	0,68	0,07	0,75
8	1,69	0,15	1,84	3,03	0,25	3,29	4,55	0,33	4,88	5,94	0,79	6,73	0,43	0,05	0,48
9	1,23	0,11	1,34	2,24	0,18	2,42	3,27	0,25	3,52	4,16	0,53	4,69	0,25	0,03	0,28
10	0,93	0,08	1,01	1,75	0,14	1,89	2,73	0,21	2,94	3,09	0,40	3,49	0,12	0,02	0,13
11	0,63	0,07	0,70	1,27	0,11	1,38	1,83	0,16	1,99	2,14	0,31	2,45			
12	0,33	0,04	0,36	0,85	0,07	0,92	1,39	0,12	1,52	1,46	0,21	1,68			
13	0,17	0,03	0,20	0,57	0,06	0,63	0,88	0,10	0,99	0,96	0,16	1,12			
14	0,09	0,01	0,10	0,33	0,03	0,36	0,49	0,06	0,55	0,55	0,09	0,64			
15				0,12	0,02	0,14	0,20	0,04	0,24	0,28	0,05	0,34			
16				0,05	0,01	0,05	0,09	0,02	0,11	0,16	0,03	0,19			
TOTAL	28,41	3,31	31,72	46,94	5,24	52,18	65,77	6,07	71,84	89,33	13,55	102,88	10,25	1,55	11,80
R1	Arbol 6	Dap (cm)	18,6	Arbol 7	Dap (cm)	19,6	Arbol 8	Dap (cm)	9,5	Arbol 9	Dap (cm)	11,4	Arbol 10	Dap (cm)	14,8
	Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)		
TROZO	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL
1	10,42	1,35	11,77	11,69	2,63	14,32	3,18	0,53	3,71	3,73	0,61	4,34	6,87	1,34	8,22
2	8,48	1,10	9,58	9,72	2,19	11,90	2,58	0,43	3,02	3,02	0,49	3,51	5,78	1,13	6,91
3	8,13	0,74	8,87	8,43	1,33	9,77	2,45	0,21	2,67	3,16	0,31	3,47	5,38	0,75	6,13
4	7,43	0,68	8,11	7,30	1,15	8,46	1,97	0,17	2,14	2,76	0,28	3,04	4,90	0,68	5,58
5	6,96	0,59	7,55	6,46	0,91	7,37	1,60	0,12	1,72	2,38	0,22	2,60	4,45	0,54	5,00
6	6,07	0,51	6,58	5,90	0,83	6,74	1,27	0,09	1,37	2,08	0,20	2,28	3,71	0,45	4,16
7	5,55	0,46	6,01	5,05	0,68	5,72	0,96	0,08	1,03	1,68	0,15	1,83	3,19	0,38	3,57
8	4,51	0,38	4,89	3,87	0,52	4,39	0,65	0,05	0,71	1,30	0,12	1,42	2,64	0,31	2,96
9	3,54	0,32	3,86	2,59	0,32	2,90	0,43	0,04	0,47	0,93	0,09	1,03	2,11	0,25	2,36
10	2,78	0,25	3,03	1,83	0,22	2,05	0,20	0,02	0,22	0,66	0,07	0,72	1,29	0,15	1,44
11	2,23	0,22	2,44	1,19	0,16	1,35				0,41	0,05	0,46	0,78	0,10	0,89
12	1,69	0,17	1,86	0,66	0,09	0,75				0,24	0,03	0,27	0,37	0,05	0,42
13	1,04	0,12	1,16	0,32	0,05	0,38							0,17	0,03	0,21
14	0,51	0,06	0,57	0,12	0,02	0,15							0,09	0,02	0,10
15	0,25	0,04	0,29												
16	0,14	0,02	0,16												
TOTAL	69,72	7,02	76,74	65,13	11,11	76,24	15,30	1,76	17,06	22,36	2,62	24,98	41,74	6,19	47,93

<b>T0</b>	Arbol 1	Dap (cm)	8	Arbol 2	Dap (cm)	7,1	Arbol 3	Dap (cm)	11,3	Arbol 4	Dap (cm)	14,5	Arbol 5	Dap (cm)	20,6
	Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)		
TROZO	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL
1	1,95	0,40	2,35	1,69	0,34	2,03	4,30	0,51	4,81	6,58	1,01	7,60	13,16	2,06	15,22
2	1,49	0,30	1,79	1,22	0,25	1,47	3,37	0,40	3,77	5,11	0,78	5,89	11,31	1,77	13,08
3	1,40	0,16	1,55	1,07	0,14	1,21	3,09	0,28	3,38	5,33	0,47	5,80	10,23	1,39	11,62
4	1,16	0,13	1,29	0,66	0,09	0,75	2,73	0,25	2,98	4,54	0,40	4,95	8,68	1,18	9,86
5	0,90	0,09	0,99	0,41	0,06	0,47	2,25	0,22	2,48	4,45	0,46	4,91	7,89	0,96	8,85
6	0,67	0,07	0,74	0,21	0,03	0,24	1,86	0,19	2,04	3,41	0,35	3,77	6,57	0,80	7,37
7							1,42	0,17	1,59	2,90	0,27	3,17	5,83	0,69	6,51
8							0,97	0,12	1,09	1,97	0,18	2,16	4,71	0,55	5,26
9							0,71	0,10	0,82	1,34	0,14	1,48	3,44	0,39	3,83
10							0,38	0,05	0,44	0,99	0,10	1,09	2,69	0,30	2,99
11										0,63	0,08	0,71	1,82	0,22	2,04
12										0,36	0,04	0,40	1,48	0,18	1,66
13													0,69	0,09	0,78
14													0,45	0,06	0,51
15													0,29	0,05	0,33
16													0,16	0,03	0,18
<b>TOTAL</b>	7,56	1,14	8,71	5,26	0,90	6,17	21,09	2,30	23,39	37,61	4,30	41,91	79,38	10,72	90,10
<b>T0</b>	Arbol 6	Dap (cm)	22,8	Arbol 7	Dap (cm)	19,7	Arbol 8	Dap (cm)	14,7	Arbol 9	Dap (cm)	18,6	Arbol 10	Dap (cm)	11,1
	Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)		
TROZO	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL
1	14,93	2,18	17,11	11,73	1,69	13,42	7,02	1,44	8,46	9,50	1,35	10,85	3,83	0,64	4,47
2	12,51	1,82	14,33	9,58	1,38	10,96	5,36	1,10	6,46	8,02	1,14	9,15	2,80	0,47	3,27
3	11,60	1,39	12,99	8,92	1,11	10,03	5,38	0,66	6,04	7,63	0,71	8,34	2,54	0,23	2,77
4	10,69	1,28	11,97	7,94	0,99	8,92	4,40	0,54	4,95	6,83	0,63	7,46	2,10	0,19	2,29
5	10,29	1,15	11,44	7,69	0,91	8,60	4,09	0,46	4,56	6,32	0,57	6,89	1,64	0,13	1,77
6	8,98	1,01	9,99	6,98	0,82	7,80	2,73	0,31	3,03	5,84	0,53	6,37	1,29	0,11	1,40
7	7,35	0,74	8,09	5,70	0,61	6,31	2,04	0,21	2,25	5,41	0,45	5,86	0,91	0,07	0,99
8	5,90	0,59	6,49	4,63	0,49	5,13	1,46	0,15	1,61	4,50	0,37	4,88	0,56	0,04	0,60
9	3,70	0,37	4,07	3,79	0,43	4,22	0,86	0,11	0,97	3,25	0,26	3,51	0,26	0,02	0,28
10	2,59	0,26	2,85	2,63	0,30	2,93	0,41	0,05	0,46	2,80	0,23	3,03	0,10	0,01	0,11
11	1,67	0,19	1,86	1,84	0,25	2,09				2,06	0,19	2,25			
12	1,14	0,13	1,27	1,30	0,17	1,47				1,50	0,14	1,63			
13	0,50	0,07	0,57	0,78	0,12	0,90									
14	0,13	0,02	0,15	0,33	0,05	0,38									
15															
16															
<b>TOTAL</b>	91,97	11,20	103,16	73,85	9,32	83,16	33,74	5,05	38,80	63,66	6,55	70,21	16,03	1,92	17,95

T1	Arbol 1	Dap (cm)	8,6	Arbol 2	Dap (cm)	8,9	Arbol 3	Dap (cm)	12,1	Arbol 4	Dap (cm)	12,1	Arbol 5	Dap (cm)	23,5	
	Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			
TROZO	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	
1	2,56	0,39	2,96	2,73	0,39	3,12	4,73	0,73	5,46	5,03	0,84	5,87	19,12	2,68	21,80	
2	2,00	0,31	2,31	2,18	0,31	2,49	3,80	0,59	4,39	3,74	0,62	4,37	15,40	2,16	17,56	
3	1,95	0,19	2,14	1,90	0,17	2,07	3,65	0,39	4,04	3,67	0,37	4,04	15,79	1,64	17,44	
4	1,80	0,17	1,97	1,58	0,14	1,72	3,36	0,36	3,72	3,26	0,33	3,59	13,48	1,40	14,88	
5	1,67	0,16	1,83	1,29	0,12	1,40	3,15	0,32	3,47	2,92	0,29	3,21	12,79	1,19	13,98	
6	1,48	0,14	1,62	0,97	0,09	1,06	2,74	0,28	3,01	2,75	0,27	3,02	10,94	1,02	11,95	
7	1,26	0,12	1,38	0,65	0,07	0,72	2,42	0,20	2,63	2,42	0,22	2,64	9,31	0,86	10,17	
8	0,98	0,09	1,08	0,48	0,05	0,53	2,11	0,18	2,29	1,94	0,18	2,12	8,09	0,75	8,84	
9	0,72	0,06	0,78	0,34	0,04	0,38	1,87	0,15	2,03	1,55	0,15	1,71	7,06	0,67	7,73	
10	0,51	0,04	0,56	0,16	0,02	0,18	1,50	0,12	1,63	1,26	0,12	1,38	6,11	0,58	6,69	
11		0,03	0,03					1,19	0,13	1,32	0,88	0,10	0,98	4,80	0,50	5,30
12								0,93	0,10	1,03	0,52	0,06	0,58	3,32	0,35	3,67
13								0,66	0,08	0,74				2,26	0,29	2,55
14								0,37	0,05	0,42				1,43	0,19	1,62
15								0,17	0,03	0,20				0,81	0,12	0,93
16								0,05	0,01	0,06				0,32	0,05	0,37
TOTAL	14,94	1,70	16,64	12,28	1,39	13,66	32,71	3,72	36,43	29,95	3,56	33,52	131,04	14,45	145,49	
T1	Arbol 6	Dap (cm)	15,9	Arbol 7	Dap (cm)	19	Arbol 8	Dap (cm)	15,6	Arbol 9	Dap (cm)	18,5	Arbol 10	Dap (cm)	20,8	
	Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			Peso seco (kg)			
TROZO	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	MADERA	CORTEZA	TOTAL	
1	8,00	1,24	9,24	11,99	1,86	13,86	7,84	1,23	9,07	11,72	1,73	13,45	13,88	1,62	15,50	
2	6,92	1,07	7,99	9,31	1,45	10,76	6,11	0,96	7,06	9,72	1,44	11,16	12,02	1,41	13,42	
3	6,24	0,79	7,03	8,60	1,02	9,62	5,57	0,61	6,17	8,48	0,88	9,36	11,23	1,14	12,37	
4	5,96	0,75	6,71	8,21	0,97	9,19	4,77	0,52	5,29	7,67	0,80	8,47	9,66	0,98	10,64	
5	5,34	0,59	5,94	7,39	0,83	8,22	4,33	0,43	4,77	6,89	0,68	7,57	9,24	0,81	10,04	
6	5,10	0,57	5,67	5,81	0,66	6,46	3,70	0,37	4,07	5,61	0,56	6,16	7,96	0,69	8,65	
7	3,97	0,40	4,37	4,72	0,49	5,21	3,26	0,30	3,56	4,84	0,45	5,28	7,14	0,54	7,68	
8	3,17	0,32	3,48	4,39	0,45	4,85	2,57	0,24	2,80	3,49	0,32	3,81	5,67	0,43	6,10	
9	2,88	0,29	3,17	3,10	0,31	3,41	2,19	0,19	2,38	2,38	0,19	2,57	4,52	0,32	4,85	
10	2,04	0,20	2,25	2,44	0,24	2,68	1,83	0,16	1,99	1,58	0,13	1,70	3,43	0,25	3,67	
11	1,61	0,18	1,79	1,75	0,19	1,93				0,88	0,08	0,96	2,24	0,20	2,44	
12	1,18	0,13	1,32	1,34	0,14	1,48				0,31	0,03	0,34	1,69	0,15	1,84	
13	0,72	0,11	0,83	0,71	0,09	0,80							1,03	0,11	1,14	
14	0,41	0,06	0,47	0,28	0,03	0,31							0,49	0,05	0,54	
15	0,15	0,04	0,19													
16	0,05	0,01	0,06													
TOTAL	53,75	6,74	60,50	70,03	8,74	78,77	42,15	5,01	47,16	63,56	7,27	70,83	90,20	8,70	98,90	