



Universidad Austral De Chile

Proyecto FONDEF D98I1076

**MEDICION DE LA CAPACIDAD DE CAPTURA DE CARBONO EN BOSQUES DE
CHILE Y PROMOCION EN EL MERCADO MUNDIAL**

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS MUESTREOS DE BIOMASA FORESTAL



Bastienne Schlegel, Jorge Gayoso, Javier Guerra

Valdivia, Enero 2000

Índice

1. Introducción	1
2. Objetivos del muestreo de Biomasa Forestal	1
2.1 Objetivo general.....	1
2.2 Objetivos específicos	1
3. Procedimientos.....	2
3.1 Selección de unidades de estudio.	2
3.2 Elección de rodales	2
3.3 Establecimiento de conglomerados	2
3.4 Forma y tamaño de las parcelas	3
3.5 Información registrada.....	4
3.5.1 A nivel de conglomerado	4
3.5.2 A nivel de parcela.....	4
3.5.3 A nivel de árbol	4
3.6 Selección de árboles muestra.....	5
3.7 Medición de árboles muestra.....	7
3.7.1 Biomasa aérea.....	7
3.7.2 Biomasa subterránea.....	10
Anexo 1	14
Anexo 2	19
Anexo 3	20
Anexo 4	21

1. Introducción

La biomasa forestal se define como el peso (o estimación equivalente) de materia orgánica que existe en un determinado ecosistema forestal por encima y por debajo del suelo. Normalmente es cuantificada en toneladas por hectárea de peso verde o seco. Es frecuente separarla en componentes, donde los más típicos corresponden a la masa del fuste, ramas, hojas, corteza, raíces, hojarasca y madera muerta.

La determinación adecuada de la biomasa de un bosque, es un elemento de gran importancia debido a que ésta permite determinar los montos de carbono y otros elementos químicos existentes en cada uno de sus componentes. Esta información es de especial importancia en la actualidad, debido a la necesidad de conocer los montos de carbono capturados por los bosques naturales y plantaciones, como un medio para mitigar los cambios climáticos generados por el consumo de combustibles fósiles, entre otros, que liberan una gran cantidad de dióxido de carbono a la atmósfera.

En el marco del proyecto FONDEF "Medición de la Capacidad de Captura de Carbono en Bosques de Chile y Promoción en el Mercado Mundial", se pretende determinar factores o coeficientes que permitan estimar la biomasa de algunos bosques naturales y de plantaciones en Chile y, de este modo, obtener los montos de fijación de carbono de estos ecosistemas forestales.

El presente manual describe los procedimientos y metodologías que serán implementados en la realización de ensayos destructivos de biomasa a desarrollarse dentro del proyecto "Medición de la Capacidad de Captura de Carbono en Bosques de Chile y Promoción en el Mercado Mundial" de la Universidad Austral de Chile y el Instituto Forestal.

2. Objetivos del muestreo de Biomasa Forestal

2.1 Objetivo general

Generar información para determinar la biomasa forestal, con un mínimo grado de error, en varios tipos de bosques, tanto naturales como de plantaciones, en Chile.

2.2 Objetivos específicos

Se tiene como objetivos específicos la generación de:

- ✓ Factores o coeficientes de conversión de volumen comercial (VC) o biomasa comercial (BC) a biomasa total (BT).
- ✓ Funciones de biomasa a nivel total, por especie y por componentes para los tipos de bosques estudiados.
- ✓ Funciones generales de biomasa, dependientes de parámetros de rodal o factores ambientales.

3. Procedimientos

3.1 Selección de unidades de estudio

Se entenderá por unidad de estudio al sector específico para el cual se realizará el análisis y obtención de muestras. Se debe determinar el número total de unidades de estudio a ser conformadas.

En primer lugar, se definen todas las situaciones de interés para las cuales se establece una unidad de estudio, ellas deben incluir diferentes tipos de bosque, tipos y subtipos forestales, áreas productivas o zonas de crecimiento, estados de desarrollo (adulto, renoval) y grados de alteración (con o sin manejo, floreo, etc.).

Se recomienda para la definición de estas unidades en bosques naturales, revisar inicialmente, la información disponible del Catastro de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Esta información permite identificar situaciones típicas, especialmente en lo que se refiere a concentración geográfica y grados de alteración.

Debido a que se desean obtener estadísticos con una aplicación general (grandes superficies de bosque), se implementa el mayor número de unidades posibles, reduciendo al mínimo las actividades en cada rodal elegido. Es decir, se prefiere la representación de varias situaciones diferentes.

La gran ventaja de esta estrategia, es que permite generar funciones para estimar biomasa más generales, aprovechando que las diferentes unidades se pueden complementar entre ellas aunque representen ambientes distintos.

Se estudiarán tanto bosques naturales como plantaciones forestales.

3.2 Elección de rodales

Una vez definidas las unidades de estudio se eligen los rodales. Debido a que los rodales para volteo dependen de la superficie disponible, éstos no pueden ser elegidos al azar.

Los rodales finalmente elegidos deben corresponder a aquellos que representen la situación de interés. Deben tener una superficie mínima de 10 hectáreas y ser relativamente homogéneos en composición y alteración antrópica.

Se realizan visitas a diferentes sectores, y se consulta por recomendaciones al personal de campo que conoce cada situación de interés.

Es interesante tratar de contactar a los propietarios que están trabajando con CONAF en el Proyecto "Conservación y Manejo Sustentable del Bosque Nativo", los cuales están manejando sus bosques con planes de manejo vigentes.

3.3 Establecimiento de conglomerados

En cada rodal se establecen 2 conglomerados conformados por 2 parcelas cada uno.

La localización de cada uno de los conglomerados que se establecen se determina eligiendo 2 puntos al azar, cuidando que el conglomerado, en su totalidad, esté incluido dentro del rodal y que éstos no presenten efectos fuertes de borde, claros grandes o accidentes topográficos significativos (quebradas, cortes, etc.).

Cada parcela se delimita usando brújula y huincha de distancia, demarcando con una vara obtenida en terreno los vértices y el centro.

El proceso de replanteo se realiza mediante el apoyo de material cartográfico y fotográfico, este último ayuda a localizar un punto claramente identificable en terreno y que se encuentre lo más cercano posible a la unidad muestral seleccionada, este punto es conocido como punto de referencia **PR**.

Este punto se marca tanto en la fotografía (con un punto de color rojo), como en terreno. Desde el **PR** se avanza siguiendo el rumbo y distancia determinada previamente en oficina para alcanzar el punto donde se dará inicio al replanteo de la unidad muestral, denominado punto de inicio de medición **PM**. Las distancias entre el **PR** y **PM** deben ser medidas y corregidas por pendiente (Anexo 3).

El **PM** marca el comienzo de la primera parcela del conglomerado y debe ser destacado de la misma manera como se hace para el **PR**.

3.4 Forma y tamaño de las parcelas

Para bosque nativo cada parcela tiene 500 m² (20 x 25 m) separadas por una distancia de 60 m (Figura 1).

Cada parcela, a su vez se divide en 2 mitades de 10 x 25 m, con el objeto de facilitar la medición de los árboles.

Como se observa en la Figura 1, el vértice superior izquierdo de la parcela 1 (P1), corresponde al punto de medición (PM), desde el cual hacia el este a una distancia de 60 m se ubica la otra parcela, correspondiendo este punto nuevamente al vértice superior izquierdo.

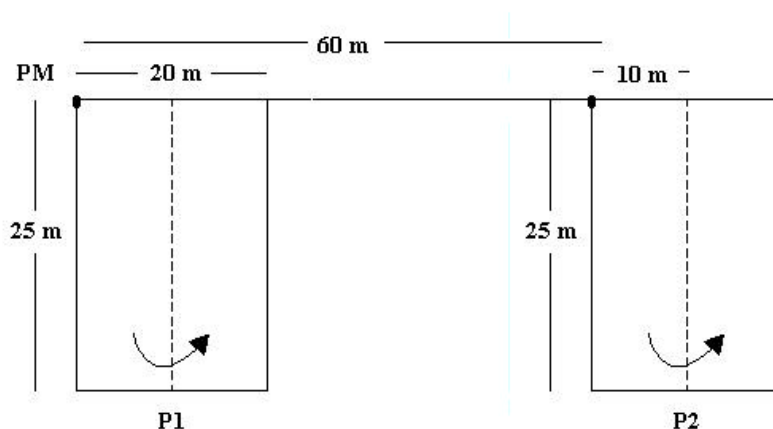


Figura 1. Unidad de medición.

En algunos casos especiales, se puede desplazar la parcela P2, pero sólo en los casos donde se encuentren situaciones diferentes a las del rodal y que no son de interés para el muestreo. El desplazamiento será de 10 m desde el punto de muestreo original (distancia de 50 o 70 m).

En el caso de plantaciones, ambos conglomerados se conforman por 2 parcelas circulares de 250 m² (10 x 25 m) y se procede igual que para el caso de bosque nativo manteniendo la relación de tamaño.

3.5 Información registrada

3.5.1 A nivel de conglomerado

A nivel de conglomerado, interesa el registro de la siguiente información, para lo cual se diseña un formulario especial. La explicación de cada uno de los puntos se detalla en el Anexo 1.

- | | | |
|-----------------------|------------------------|---------------------|
| • N° conglomerado | • UTM x | • Propietario |
| • Tipo de bosques | • UTM y | • Predio |
| • Tipo forestal | • Altitud | • Fecha de medición |
| • Subtipo forestal | • Posición topográfica | • Jefe de brigada |
| • Especie dominante 1 | • Carta IGM | • Observaciones |
| • Especie dominante 2 | • Región | |

3.5.2 A nivel de parcela

A nivel de la parcela, la información que se registra es:

- | | | |
|--------------------------|-------------------------|-------------------|
| • Número de conglomerado | • Grado de intervención | • Hora de inicio |
| • Numero de parcela | • Cobertura | • Hora de término |
| • Exposición | • Sotobosque | • Observaciones |
| • Pendiente | • Estructura | |

De las variables anteriores, es muy importante considerar el grado de intervención, ya que permite explicar resultados anormales. El detalle de cada punto se encuentra en el Anexo 1.

3.5.3 A nivel de árbol

A nivel de árbol, se miden todos aquellos que presenten un DAP ≥ 5 cm. Los árboles se miden primero por el lado izquierdo de la parcela desde arriba hacia abajo, y luego el lado derecho de abajo hacia arriba. Este orden permite localizar rápidamente los árboles (Figura 1).

A medida que se miden los árboles, estos se numeran con spray de color llamativo, o con alguna etiqueta numerada colocada con una corchetera semi-industrial.

A cada árbol se le registra:

- | | |
|-------------------|---|
| • Número de árbol | • Forma |
| • Especie | • Posición sociológica |
| • DAP | • Coordenadas (x,y) de posición en la parcela |
| • Sanidad | • Selección |

La descripción de cada una de estas variables se detalla en el Anexo 1. Para registrar la especie, se utilizan los códigos que se presentan en el Anexo 2 y que dicen relación con las iniciales del nombre científico de las especies.

La medición del DAP, se realiza con una sola lectura utilizando una huincha diamétrica preferentemente, o una forcípula. Al medir con forcípula, se miden en la primera mitad de la parcela todos los árboles en el sentido norte-sur, y para la segunda mitad se cambia el sentido a este-oeste. Esta variable deberá ser medida con precisión al milímetro más cercano.

La Posición sociológica, es una variable de gran importancia para este estudio en particular, por lo que debe ser determinada adecuadamente.

3.6 Selección de árboles muestra

Debido a que no se pueden utilizar todos los árboles para un análisis destructivo de biomasa, y por el alto costo que esto significa, se elige una muestra de árboles, a los cuales se les miden todas las variables necesarias.

En estudios de biomasa, dependiendo de la variabilidad de los bosques, la precisión deseada, las especies encontradas y los recursos disponibles, se utilizan diferentes números de árboles muestra, normalmente varía entre 20 y 40 árboles, eligiéndose alrededor de 5 por parcela medida. Para zonas amplias, se eligen cerca de 30 árboles, pero si se requiere determinar la biomasa en localidades específicas, 15 árboles es un número suficiente.

Dada la gran variabilidad de situaciones consideradas por las diferentes unidades de estudio, el número de árboles muestra dependerá de la cantidad de especies encontradas sobre un DAP de 5 cm. Así, se elegirán para cada unidad:

25-30 árboles en rodales con 1 especie
35-40 árboles en rodales con 2 especies
40-45 árboles en rodales con 3 o más especies

En algunos casos, especialmente para rodales de múltiples especies, la cantidad de árboles puede parecer reducida. Sin embargo, al estar trabajando con varias unidades de estudio, en donde coincidirán algunas especies, estas se complementan.

Además, es importante hacer notar que en este tipo de bosques, generalmente no más de 3 especies serán las dominantes, para los cuales se concentrarán más árboles muestra. El procedimiento de elección de los árboles muestra, se realiza para cada par de parcelas (conglomerado).

Para entender el procedimiento, se desarrolla a continuación un ejemplo para un rodal de Roble-Raulí.

Con los registros del conglomerado, se obtiene una tabla de frecuencia de individuos según clase diamétrica en rangos de 5 cm, para cada especie encontrada como se observa en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tabla de frecuencia para un conglomerado en renoval de Roble-Raulí.

Clase	NO	NA	PL	AC	DD	Frecuencia
0 – 5	1	40	6	16	2	65
5 –10	6	50	12	6	1	75
10 –15	36	36	6			78
15 – 20	48	2	1			51
20 – 25	2	6				8
25 – 30	1					1
35 – 40		3				3
Frecuencia	94	137	25	22	3	281

Aunque, tradicionalmente, se elige una muestra de árboles de acuerdo a la frecuencia de árboles por cada clase diamétrica y por especie, para la determinación de la biomasa este procedimiento no es el más adecuado, ya que concentra los árboles en aquellos que presentan la menor biomasa, que además, normalmente son los menos variables.

Una buena alternativa sería utilizar el área basal en vez del número de árboles, pero ésta es difícil de determinar en terreno. Por otro lado, los árboles de mayor tamaño presentan dificultades mucho mayores para la medición y determinación de su peso verde lo que implica un mayor costo, por lo que no se desea concentrar el trabajo en ellos.

Por los motivos especificados anteriormente, se define un procedimiento que consiste en la elección de los árboles con un método mixto, que implica obtener al menos un árbol, de cada especie, por cada clase diamétrica que tenga al menos 3 individuos.

El procedimiento sigue así:

- ✓ Se define el número de árboles a muestrear en el conglomerado.
- ✓ Utilizando la frecuencia de individuos, se determina la cantidad de individuos que corresponden por cada celda.
- ✓ Se eliminan aquellas celdas que tienen menos de 3 individuos.
- ✓ Se asigna una muestra a las otras celdas.
- ✓ Si faltan árboles por asignar, se complementan las celdas que tienen el mayor número de individuos, o se asignan a celdas de interés (especialmente árboles de mayor biomasa).
- ✓ Si se asignaron muchos árboles, se eliminan celdas que se encuentren entre dos celdas representadas.

Para el caso del ejemplo del Cuadro 1. El número de árboles a muestrear, corresponde a 22 individuos para el conglomerado. La asignación de acuerdo a frecuencias, se muestran en el Cuadro 2 (un árbol cada 13, $281/22$), en donde posteriormente se eliminaron algunas celdas por tener pocos individuos.

Cuadro 2. Determinación de acuerdo a las frecuencias.

Clase	NO	NA	PL	AC	DD	Frecuencia	Selección
0 – 5	1	40	6	16	2	65	5
5 – 10	6	50	12	6	1	75	6
10 – 15	36	36	6			78	6
15 – 20	48	2	1			51	4
20 – 25	2	6				8	1
25 – 30	1					1	0
35 – 40		3				3	0
Frecuencia	94	137	25	22	3	281	
Selección	7	11	2	2	0		22

Finalmente, se determinan las clases seleccionadas, y en este caso faltaron individuos asignándolos a las clases de mayor abundancia.

Se observa que no se hará un muestreo de ningún individuo para la especie DD, esto no es un problema, dado que ella representa muy poca biomasa para el sitio, y sus estimaciones corresponderán al promedio de las otras especies estudiadas, o a árboles estudiados en otras situaciones.

Por otro lado, en el Cuadro 3 se observa que se eligió un árbol de NO en la clase 20 - 25 que pese a que tenía solo 2 individuos, aparece interesante porque representa los árboles más gruesos.

Cuadro 3. Selección final de individuos.

Clase	NO	NA	PL	AC	DD	Selección
0 – 5		2	1	2		5
5 – 10	1	3	1	1		6
10 – 15	2	2	1			5
15 – 20	3					3
20 – 25	1	1				2
25 – 30						0
35 – 40		1				1
Selección	7	9	3	3	0	22

El paso final, consiste en elegir los individuos directamente de los formularios de terreno. Este es un paso importante, donde se deben seleccionar individuos al azar de las 2 parcelas, pero el mismo número de individuos por parcela.

Se deben elegir árboles de la misma clase en diferentes parcelas, y todas las especies en ambas parcelas, a menos que una especie exista solo en una parcela.

Un cuidado final, es que los árboles muestra no se encuentren concentrados en un sector de la parcela, si no que distribuidos, además, deben representar varias clases de copa, estados sanitarios y micrositios.

De este modo, para tener una buena representación se deben elegir los árboles al azar o teniendo en cuenta que se tienen que representar todas las situaciones, para esto es importante considerar que algunas de las variables más importantes que influyen en la biomasa de los árboles son:

- Tamaño (medido a través del DAP o DAP²H, edad, altura total, etc.)
- Especie (que presentan diferentes comportamientos biológicos)
- Volumen de copa (registrado a través de posición sociológica, altura o razón de copa, etc.).

3.7 Medición de árboles muestra

3.7.1 Biomasa aérea

Una vez finalizado el paso anterior y elegidos los árboles, se realizan 2 tipos de mediciones, las primeras con el árbol en pie, y las segundas una vez volteado.

Es necesario incorporar un grupo de variables de interés para un buen uso posterior de los antecedentes. Previo al volteo de los árboles, se debe registrar para cada árbol:

- Número de árbol
- DAP
- Diámetro de copa (N-S)
- Diámetro de copa (E-O).

Una vez identificado el árbol a procesar, el motosierrista de la brigada debe señalar la zona de caída del árbol y complementariamente se prepara despejando de matorrales y otros árboles menores que puedan dificultar el trabajo y procesamiento posterior.

Además se identifica la zona de pesado con el fin de habilitarla para el trabajo de medición y pesado de la biomasa. Para ello se ubica un trípode donde se coloca la pesa (de 100 kg), como se muestra en la Fotografía 1.



Fotografía 1. Trípode con varas y pesa de 100 kg

Al momento de voltear el árbol se delimita la zona de procesado tal como lo muestra la Figura 2, y como se detalla a continuación.

a) Ubicación del personal en un lugar seguro (a 2 largos del árbol).

b) Volteo del árbol, el corte se hace lo más cerca al suelo posible (15 cm para *Pinus radiata* y *Eucalyptus* y 30 cm para especies nativas).

c) Desrame y trozado, los árboles se dividen en sus componentes, fuste hasta un diámetro límite dependiente del tipo de especie, ramas gruesas y ramas finas bajo 1 cm con hojas.

Después de volteado del árbol:

d) Se miden algunas variables tales como altura total¹, altura de comienzo de copa viva, diámetro a la altura comienzo de copa viva, diámetro y altura de tocón, diámetro con corteza cada 2 m a partir del tocón, es decir a los 0,3 - 1,3 - 2 - 3 - 4, etc., variando levemente la medición en el caso de encontrar un muñón de rama.

e) Se registra además el espesor de corteza a lo largo del fuste principal, tomando la medición en el mismo lugar en que se realizan las mediciones de diámetros.

f) Se pesa la biomasa de ramas y hojas² por separado, para esto:

- ✓ Se separan ramas finas de gruesas, el es 1 cm. Las ramas finas se contabilizan como hojas (≤ 1 cm).
- ✓ Se pesan las ramas gruesas. Si fuese necesario deben trozarse para facilitar su pesado.

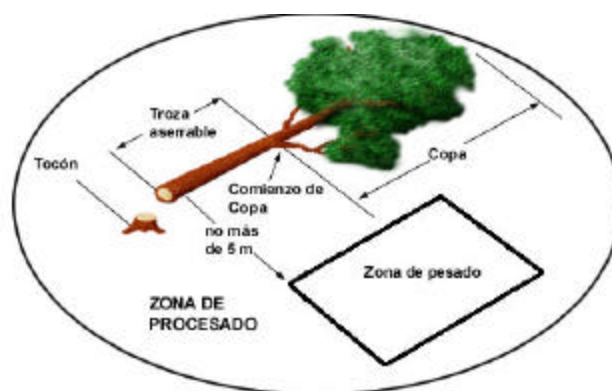


Figura 2. Representación aérea de una zona de procesado y pesado.

¹ Es de especial importancia la medición de la altura, porque ésta permitirá, al ser usada en las funciones, ampliar el rango de aplicabilidad de ellas.

² La medición de la biomasa foliar debe ser cuidadosa, porque este componente es el que presenta la mayor variabilidad de todos.

- ✓ En el caso de especies coníferas se debe registrar por separado el peso de la biomasa de conos (estróbilos).
- ✓ Se sacan 3 muestras de cada componente (3 muestras de ramas, 3 muestras de hojas o acículas y 3 muestras de ramillas + hojas) y determina su peso húmedo.
- ✓ Estas submuestras se llevan a laboratorio para ser analizadas y secadas hasta un peso constante a 105°C de temperatura.
- ✓ Para cada submuestra se calcula una razón de peso seco/peso húmedo (Ps/Ph). Se calcula una razón promedio de Ps/Ph por componente.
- ✓ Es muy importante, que cualquier rama grande que esté sobre el piso del bosque sea claramente identificada como originaria de un árbol recién volteado o no, y no de un árbol dañado y ya medido para prevenir el doble conteo. Tales ramas deben ser sanas y deben tener evidencia de haber caído recientemente (por ej. : presencia de ramitas, cáscara completa, etc.).

g) Se corta el fuste comercial en secciones y se pesa, considerando que:

- ✓ Cada sección no debe pesar más allá de 100 kg (deben poder ser cargadas a pulso por una o dos personas) (Fotografía 2).
- ✓ Se sacan 4 submuestras (rodajas) de diferentes partes del fuste (Tocón, DAP, HCC, Intermedio)
- ✓ Estas submuestras se secan hasta peso constante a temperatura de 105°C.
- ✓ Se calcula una razón promedio de Ps/Ph para la biomasa del fuste.

h) Multiplicar el peso húmedo total de cada componente por su razón de Ps/Ph correspondiente para obtener una estimación del peso seco total del componente.

i) Sumar los pesos de todos los componentes del árbol lo que da el peso seco del árbol, el que se expresa en kg.

j) Una vez que se ha determinado la biomasa de todos los árboles seleccionados, se puede desarrollar una función de regresión de biomasa utilizando un determinado software estadístico. En esta etapa se busca la ayuda de un biómetra o estadístico.

Para determinar factores de expansión de volumen comercial a volumen total se siguen los mismos pasos descritos de a a f y luego se continúa a partir de k. En lugar de pesar el fuste de volumen comercial, éste se determina utilizando funciones de volumen locales o la fórmula de Smalian.

k) Se utilizan las mediciones del fuste cada 2 m para determinar el volumen de cada sección. El peso seco de estas secciones se determina multiplicando el volumen por la densidad.

l) Para determinar la densidad de la madera del fuste:

- ✓ Utilizar las 4 o más muestras de madera y corteza por árbol (muestras cada dos metros del fuste) y analizar en laboratorio. Estas muestras están numeradas correlativamente, desde la base del árbol hasta la punta.
- ✓ Cada muestra se satura en agua y el volumen se calcula a través del método de desplazamiento de agua.
- ✓ Después de medir el volumen, cada muestra es secada hasta peso constante a 105°C.
- ✓ Este peso seco dividido por su volumen húmedo entrega la densidad básica.

- ✓ Finalmente se calcula el peso del fuste, asegurándose que todas las medidas están en las mismas unidades (volumen en cm^3 y densidad en g/cm^3).
- ✓ Se anotan todas las mediciones realizadas en el formulario 2 (Anexo 4)

3.7.2 Biomasa subterránea (raíces)

La gran dificultad operativa y económica que conlleva la extracción de las raíces de los árboles, tanto de plantaciones como de bosques naturales, ha hecho que se desarrolle en este estudio una metodología simple y que optimice la labor de terreno. Motivo por el cual, se ha adaptado el método tradicional de excavación, método Skeleton aplicado en variados estudios en el mundo.

Considerando que la parte aérea del árbol ha sido removida, que el acceso para el personal y equipos es adecuado, y que los tocones han sido claramente identificados por medio del número asignado posterior al volteo, el procedimiento de la excavación y extracción de las raíces es el siguiente:

a) Identificar el área de remoción de suelo

Para la extracción de las raíces se necesita identificar la zona de influencia de raíces (ZIR), sobre la cual se trabajará removiendo el suelo. La zona de influencia radicular es variable dependiendo principalmente del tamaño del árbol y concentra más del 90% de la biomasa de raíces.

Para delimitar el área de trabajo sin afectar ni dañar las raíces de interés (aquellas de diámetro superior a 5 mm) se requiere realizar un raspaje y extracción del suelo superficial con el objeto de visualizar las raíces finas, medias y gruesas del árbol y así reconocer la tendencia y dirección de crecimiento de éstas. Esta operación se hace utilizando rastrillos y azahachas.



Fotografía 2. Zona de remoción de suelo (ZRS), realizada para la extracción de raíces.

Los límites del área de trabajo serán demarcados por un círculo, con centro en el tocón de la raíz objetivo, pudiendo variar el radio de éste de acuerdo con las características de tamaño del árbol, con lo que queda definida la zona de remoción de suelo (ZRS) (Fotografía 2).

Se puede definir los siguientes radios de acción para límites de trabajo, según el DAP del árbol. Estos radios son de referencia pudiendo variar de acuerdo a las características del suelo y especie (Cuadro 4).

Cuadro 4. Radios de acción según DAP del árbol.

Rango de Diámetro del Arbol (cm)	Radio de acción - Según influencia de raíces (m)
5 - 10	1,0 - 1,5
10 - 20	1,5 - 2,2
20 - 35	2,0 - 2,5
35 - 50	2,0 - 3,5
>50	3,0 - 4,0

b) Preparativos para ejecución de zanja

Una vez demarcada el área de trabajo con cal o tiza molida, se debe tener identificado los recipientes para la recolección de aquellas raíces que pueden ser rotas durante la operación de excavación. Para este efecto basta con colocar lonas o sacos en la periferia del área de trabajo.

Es importante diferenciar los tamaños de raíces que se cortan, para así facilitar el posterior pesado de éstas.

c) Identificación de raíz (extracción de fuste no maderable)

La sección aérea o tocón debe separarse de la raíz. Se debe realizar un corte plano a ras de suelo, con el objeto de separar la biomasa aérea de la subterránea. Para efectos del estudio corresponderá esta última a biomasa radicular gruesa hasta un diámetro de 2 cm.

d) Ejecución de la excavación inicial

Utilizando herramientas como picota, chuzo y pala, se procede a cavar un hoyo en la periferia de la zona de trabajo demarcada. Este hoyo además se debe realizar en el sector más bajo de la pendiente y debe respetar y resguardar todas las raíces de diámetro superior a 5 mm. La profundidad del hoyo podrá ser variable dependiendo de la profundidad de las raíces, sin embargo se recomienda cavar hasta identificar la zona de concentración radicular.

e) Exposición de las raíces gruesas

Para lograr soltar la biomasa radicular y realizar el menor esfuerzo de tracción, se exponen las raíces gruesas desprendiéndolas del suelo adjunto, esta operación debe realizarse con mucho cuidado y se debe proceder como se describe a continuación:

- ✓ Soltar y remover la ZRS comenzando a partir del hoyo cavado inicialmente en el borde, utilizando para este efecto barretillas y palas, extrayendo la tierra suelta y depositándola fuera de la zona demarcada.
- ✓ Avanzar desprendiendo raíces de suelo hasta soltar la raíz completa. Es posible que en el avance sea necesario profundizar la excavación a medida que se acerque al tocón, dado el mayor desarrollo de raíces en ese sector.
- ✓ En el caso de que se evidencien raíces gruesas fuera de la ZRS y que sean superficiales (profundidad hasta 30 cm), se hace necesario extraerlas individualmente hasta que el diámetro sea superior a 20 mm, posteriormente se pesan y se deja constancia de que fueron extraídas desde fuera de la ZRS.
- ✓ Una vez suelta la raíz (lo más posible), se puede realizar la extracción de ésta, para este efecto se procede a la instalación de un trípode y tacle de cadena.

f) Armado de trípode e instalación de tacle de cadena

- ✓ Para el armado del trípode se deben seleccionar de preferencia especies de madera densa y de diámetro adecuado, de acuerdo con el tamaño de la raíz a extraer. Se cortan tres fustes de un largo de 3,5 m. Se les extrae la corteza y se dejan secar al menos por 24 horas.
- ✓ Utilizando sogas o cuerda plástica de 15 mm se amarran las tres secciones.

- ✓ Una vez amarrado el trípode, se levanta e instala cuidando que se forme un eje vertical imaginario entre el centro del tocón y el centro del trípode. El trípode se instalará sobre bases de madera previamente preparadas (Fotografía 3).



Fotografía 3. Base de sujeción de trípode para pesado de muestras.

- ✓ Si fuese necesario deben enterrarse estacas que ayuden a evitar el desplazamiento de las bases.
- ✓ Una vez fijo el trípode se instala una cadena de 12 mm de espesor y 1,5 m de largo en la sección de amarre, esta cadena será la que soportará el peso del tcele. Como medida de seguridad, se recomienda colocar una segunda cadena de 10 mm de espesor.
- ✓ Posteriormente se instala el tcele de cadena de 3 toneladas de levante.

g) Extracción de la raíz

Una vez instalado el sistema de tracción (trípode y tcele), se amarra la raíz con cadenas de 10 o 12 mm de espesor dependiendo del tamaño de la raíz, el largo de esta cadena es de 1,5 a 2 m.

Se conectan el gancho del tcele con las cadenas instaladas en la raíz y se procede a tirar la cadena circular del tcele, con lo cual se comienza la tracción de la raíz. Como producto de esta tracción se extraerá la biomasa radicular incluyendo suelo adherido a ésta, el cual deberá ser removido con barretillas.

h) Limpiado de raíz

Se deben limpiar las raíces (sacar el suelo adherido), para su posterior pesado. Este procedimiento se realiza en forma manual utilizando barretillas (eventualmente se puede utilizar una hidrolavadora).

Cabe señalar que el levante de la raíz incluyendo suelo adherido es favorable dado que permite que se extraigan inclusive raíces de diámetros menores a 5 mm.

Una de las ventajas de utilizar el sistema de trípode y tcele para la extracción de raíces es que la biomasa permanece levantada facilitando el limpiado, procesamiento y medición de ésta.

i) Medición y pesado de raíces

Para efectos de estudio radicular se deben realizar una serie de mediciones de longitud de raíces hasta diámetros predeterminados de 10, 5, 2 y 0,5 cm de espesor.

Se divide la raíz en cuatro cuadrantes imaginarios y en cada uno de ellos se realizan mediciones de raíces promedio. Estas mediciones comprenden 3 ángulos de medición:

- Superficial: donde se mide la longitud de raíces horizontales hasta una profundidad máxima de 30 cm.

- Angular en 45° donde se mide la longitud de aquellas raíces cercanas a un ángulo de 45°.
- Vertical: donde se mide la profundidad de las raíces verticales en cada cuadrante (solo si existen) o sólo la profundidad máxima en el caso de tener una masa homogénea o una raíz pivotante.

Las mediciones se registran en el formulario 3 de biomasa subterránea.

Posteriormente se procede a trozar la raíz diferenciando cuatro subdivisiones, entre 0,5 - 2 cm; entre 2 - 5 cm; entre 5 y 10 cm y una sección mayor a 10 cm de diámetro radicular (tocón radicular). Para llevar a cabo este trozado se procede como sigue:

- ✓ Primero se separan las raíces delgadas y medias con tijera de podar.
- ✓ Luego se separan las raíces gruesas.
- ✓ Se pesan por separado y se registran los valores en el formulario respectivo.
- ✓ Puede trozarse la raíz con motosierra, para facilitar la tarea de pesaje del tocón radicular.

j) Extracción de muestras

Para determinar el peso seco de las raíces, se extraen muestras de cada tipo de raíz (delgada, media y gruesa). Con estas muestras también se puede determinar el porcentaje de carbono presente en los tejidos de la biomasa radicular.

Procedimiento:

- ✓ Extraer al azar 3 muestras de raíz gruesa (entre 5 - 10 cm), 3 muestras de raíces medias (entre 2 - 5 cm) y 3 de raíces delgadas (entre 0,5 - 2 cm).
- ✓ Pesar y rotular con los datos de lugar de extracción, fecha, sección y peso de la muestra, tal como se hace en la medición de biomasa aérea.
- ✓ Posteriormente en laboratorio obtener el peso seco y el porcentaje de carbono de cada muestra.

ANEXO 1. DETALLE DE LA INFORMACIÓN A RECOLECTAR

a) Información del sitio

- Tipo forestal
- Subtipo forestal
- Altitud: Medida en terreno con ayuda del altímetro que debe ser debidamente ajustado antes de comenzar con las labores de terreno.
- Exposición: Se realiza en terreno con ayuda de una brújula.
- Pendiente: Corresponde a la máxima pendiente que se presenta dentro de la parcela, registrándose en porcentaje (%).
- Posición topográfica: Corresponde a la posición orográfica donde se ubica la unidad de muestreo. Se diferencia en las siguientes categorías:
 - Terraza (lacustre, fluvial, marina): Terreno plano que se presenta en forma de escalones en la proximidad de los ríos.
 - Cumbre escarpada: Parte superior o más alta de un cerro.
 - Cumbre redondeada
 - Ladera alta: Parte alta de un cerro, sin alcanzar la cumbre
 - Ladera media: Parte media de un cerro
 - Ladera baja: Parte inferior de la ladera ya próxima al valle o parte del valle cercano a la ladera
 - Ladera escarpada, talud, farallón: Pared de pendiente muy pronunciada que generalmente no tiene suelo
 - Depresión abierta: Terreno hundido que presenta un drenaje nulo o muy deficiente
 - Depresión cerrada
 - Terreno plano: Zona sin pendiente
- Superficie parcela: Corresponde a la superficie de la parcela, registrada en metros cuadrados (m^2).
- Grado de intervención (GI): Corresponde a una descripción del estado actual del bosque en cuanto al grado y tipo de intervención que se ha efectuado, de acuerdo a las siguientes categorías (en los paréntesis se indica el número que se utiliza como código para el registro en los formularios):
 - Alteración no aparente (1)
 - Corta de protección (2)
 - Floreo antiguo moderado o suave (3)
 - Floreo antiguo intenso (4)
 - Floreo reciente moderado o suave (5)
 - Floreo reciente intenso (6)

- Raleo (7)
- Incendio o quema parcial (8)
- Incendio o quema total (9)
- Rumbo desde el punto de referencia (rumbo PR): Corresponde al rumbo a seguir desde el PR para alcanzar el punto de inicio de medición PM. Se registra en grados.
- Distancia desde el PR (dist. PR): Distancia medida en metros desde el PR hasta el PM a partir de la fotografía o carta.
- Fecha: Corresponde a la fecha de toma de información dentro de la parcela, registrándose el día, mes y año.
- Hora inicio: Hora de comienzo de las labores de medición dentro de la parcela, registrada en horas y minutos.
- Hora término: Hora de término de las labores de medición dentro de la parcela, registrada en horas y minutos.

b) Información dasométrica de parcelas

- Cobertura (%): Se establecen tres categorías de cobertura:
 - Cobertura 1: 25 - 50%
 - Cobertura 2: 50 - 75%
 - Cobertura 3: > 75%
- Especies dominantes: Se describirán entre 1 a 4 especies cuando sea posible. Las especies se describen en orden de dominancia decreciente, empezando con las especies de una mayor cobertura de copas del dosel dominante y codominante y luego del dosel intermedio. Cada especie se codifica mediante dos letras mayúsculas correspondientes a las iniciales del género y la especie (Anexo 2).
- Tipo vegetacional: Especificar la estructura: Bosque adulto (BA) o Renoval (RE).
- Especie: Corresponde a un tipo de variable discreta que debe ser recolectada siguiendo la codificación de especies contenida en el Anexo 2.
- DAP: Diámetro medido a 130 cm del suelo. Corresponde a un tipo de variable continua, medida con forcípula o mediante una huincha diamétrica en aquellos árboles que presenten un DAP mayor a 50 cm. Debe ser registrado en centímetros.
- Posición sociológica (PS): Corresponde a un tipo de variable discreta que determina la posición relativa de cada uno de los individuos dentro de la parcela.
- Dominante: Árbol que se encuentra claramente en el estrato arbóreo superior sobresaliendo de los demás individuos.
- Codominante: Árbol que se encuentra en los estratos superiores presentando una copa más bien desarrollada, no sobresaliendo de los demás individuos.

- Intermedio: Árbol que no se encuentra formando parte del estrato superior, sino más bien de los estratos intermedios.
- Suprimido: Árbol que se encuentra bajo el dosel medio de los demás árboles, no recibiendo energía luminosa en forma directa.
- Sanidad: Se registra de acuerdo al vigor del follaje y estado sanitario del fuste para árboles con DAP mayor a 5 cm. Se diferencia en las siguientes categorías:
 - Sanidad 1: Árboles con daños mínimos que no afecten su futuro desarrollo.
 - Sanidad 2: Individuos con daños intermedios, cuyo desarrollo se vea tangencialmente afectado, pero que exista la capacidad de recuperación.
 - Sanidad 3: Árboles con daños entomopatológicos o mecánicos considerables y que puedan afectar su futuro desarrollo.
- Forma: Se considera la morfología de la copa y del fuste, para árboles de DAP mayor a 5 cm. Se consideran 3 categorías:
 - Forma 1: Individuos que no presentan ninguna sinuosidad marcada en su fuste, ni la presencia de bifurcaciones y que, además, presenten una copa proporcional al tamaño del individuo.
 - Forma 2: Árboles que se encuentren con sinuosidad media, recuperable y bifurcaciones que no comprometan seriamente el cilindro principal. Presencia de una copa levemente desproporcionada al tamaño del árbol.
 - Forma 3: Los individuos que presenten bifurcaciones serias comprometiendo su futuro desarrollo, sinuosidad alta, falta pronunciada de cilindridad o etiolación.
- Calidad (cal.): Obtenidos los valores en terreno de sanidad y forma, para la evaluación de calidad se combinan los resultados de éstos como se muestra en la siguiente matriz:

		Sanidad			
		1	2	3	
Forma	1	1	2	3	CALIDAD
	2	1	2	3	
	3	3	3	3	

c) Información de árboles selección

Biomasa aérea

- Antecedentes generales: Referidos a la empresa dueña del predio, empresa de servicios, e identificación del árbol muestreado.
- Fecha de trabajo
- Tiempos de trabajo aéreo: Con el objeto de estimar costos por actividad de debe registrar:
 - Hora de inicio y final de la tarea
 - Tiempo no ocupado o muerto
 - Tiempo total utilizado en la faena (diferencia entre hora inicio y final, en minutos)
- Especie

- Cobertura de copa: Se miden los radios de copa en dirección de los cuatro puntos cardinales.
- DAP: Se realizan dos mediciones del diámetro a la altura del pecho (1,3 m)
- Diámetro tocón: Se realizan dos mediciones perpendiculares entre sí, podrán realizarse posterior al volteo de los árboles.
- Medición de fuste comercial: Se mide el diámetro del fuste cada un metro a partir del tocón hasta la punta del árbol utilizando de preferencia huincha diamétrica.
- Diámetro comienzo de copa (DCC): Es un tipo de variable continua, correspondiente a aquel punto a lo largo del fuste que represente el inicio de la copa verde del árbol. Esta variable será medida una vez que sea volteado el árbol.
- Altura total (HT)
- Altura comienzo de copa (HCC): Es un tipo de variable continua, correspondiente a la altura fustal desde el suelo hasta el inicio de la copa verde del árbol, es coincidente con el punto de medición del diámetro de comienzo de copa. Esta variable será medida una vez que sea volteado el árbol.
- Largo hasta diámetro 10 cm (L_{10})
- Largo hasta diámetro 8 cm (L_8)
- Espesor corteza: Se mide el espesor de corteza cada dos metros en el mismo punto de medición del diámetro fustal.
- Pesaje de biomasa aérea. Se anotan los pesos de las secciones del fuste comercial, fuste no comercial, ramas y hojas pesadas (Formulario 2).

Para facilitar la toma de datos ver Figura 3.

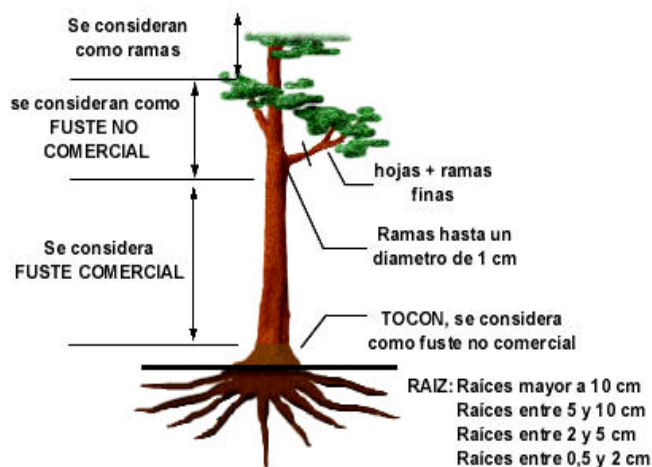


Figura 3. Esquema de división de los componentes de un árbol

Biomasa subterránea

- Antecedentes generales: Referidos a la empresa dueña del predio, empresa de servicios, e identificación del árbol muestreado.
- Fecha de trabajo
- Tiempos de trabajo subterráneo: Con el objeto de estimar costos por actividad de debe registrar:
 - Hora de inicio y final de la tarea
 - Tiempo no ocupado o muerto
 - Tiempo total utilizado en la faena (diferencia entre hora inicio y final, en minutos)

- Medición de largo de raíces: Se efectúan mediciones de raíces en sentido horizontal, con ángulo cercano a 45° y vertical (promedio de 5 raíces). Estas mediciones se realizan en cada uno de los cuatro cuadrantes y se mide la longitud desde la base del tocón hasta diámetros de raíz de 0,5, 2, 5 y 10 cm respectivamente. Además se mide la profundidad máxima de raíces.
- Pesaje de raíces: Una vez extraída la raíz y pesada la parte aérea se procede a pesar la raíz diferenciando por tamaños de raíz. Se diferencia las raíces entre tamaños de 0,5 a 2 cm, 2 a 5 y de 5 a 10 cm y se pesan. El dato se registra en kilogramos. Además se pesa la raíz mayor a 10 cm (tocón radicular).
- Pesaje de tocón: Se hace un corte plano al nivel del suelo diferenciando tocón radicular de tocón aéreo. El tocón aéreo se debe pesar.

d) Identificación de muestras

Se debe anotar el rótulo de las muestras tomadas del fuste, raíz y hojas. El rotulado para cada muestra deberá contener:

- | | | |
|---------------------|------------|------------------------------|
| • Fecha recolección | • Parcela | • Sección del árbol extraída |
| • Predio | • Especie | • Número de muestra |
| • Conglomerado | • N° árbol | • Peso en gramos |

ANEXO 2. CÓDIGOS PARA ESPECIES DOMINANTES

Código	Nombre científico	Nombre común
AP	<i>Aextoxicon punctatum</i>	Olivillo
AL	<i>Amomyrtus luma</i>	Luma
AM	<i>Amomyrtus meli</i>	Meli
AN	<i>Azara dentata</i>	Corcolén
AZ	<i>Azara integrifolia</i>	Azara
CP	<i>Caldcluvia paniculata</i>	Tiaca
DD	<i>Dasyphyllum diacanthoides</i>	Trevo
DW	<i>Drimys winteri</i>	Canelo
EN	<i>Embothrium coccineum</i>	Notro
EC	<i>Eucryphia cordifolia</i>	Ulmo
GA	<i>Gevuina avellana</i>	Avellano
LP	<i>Laureliopsis philippiana</i>	Tepa
LS	<i>Laurelia sempervirens</i>	Laurel
LD	<i>Lomatia dentata</i>	Avellanillo, Piñol
LF	<i>Lomatia ferruginea</i>	Fuinque
LH	<i>Lomatia hirsuta</i>	Radal
LA	<i>Luma apiculata</i>	Arayán
MB	<i>Maytenus boaria</i>	Maitén
NA	<i>Nothofagus alpina</i>	Raulí
ND	<i>Nothofagus dombeyi</i>	Coigüe
NN	<i>Nothofagus nitida</i>	Coigüe de Chiloé
NO	<i>Nothofagus obliqua</i>	Roble
PL	<i>Persea lingue</i>	Lingue
PN	<i>Podocarpus nubigena</i>	Mañío hojas punzantes
PS	<i>Podocarpus saligna</i>	Mañío hojas largas
PA	<i>Prumnopitys andina</i>	Lleuque
SC	<i>Saxegothaea conspicua</i>	Mañío hojas cortas
WT	<i>Weinmannia trichosperma</i>	Tineo

ANEXO 3. TABLA DE CORRECCIÓN DISTANCIA HORIZONTAL

Pendiente		Distancia en terreno (m)						
°	%	5	10	15	20	25	30	35
5	9	5,02	10,04	15,06	20,08	25,10	30,11	35,13
6	11	5,03	10,06	15,08	20,11	25,14	30,17	35,19
7	12	5,04	10,08	15,11	20,15	25,19	30,23	35,26
8	14	5,05	10,10	15,15	20,20	25,25	30,29	35,34
9	16	5,06	10,12	15,19	20,25	25,31	30,37	35,44
10	18	5,08	10,15	15,23	20,31	25,39	30,46	35,54
11	19	5,09	10,19	15,28	20,37	25,47	30,56	35,66
12	21	5,11	10,22	15,34	20,45	25,56	30,67	35,78
13	23	5,13	10,26	15,39	20,53	25,66	30,79	35,92
14	25	5,15	10,31	15,46	20,61	25,77	30,92	36,07
15	27	5,18	10,35	15,53	20,71	25,88	31,06	36,23
16	29	5,20	10,40	15,60	20,81	26,01	31,21	36,41
17	31	5,23	10,46	15,69	20,91	26,14	31,37	36,60
18	32	5,26	10,51	15,77	21,03	26,29	31,54	36,80
19	34	5,29	10,58	15,86	21,15	26,44	31,73	37,02
20	36	5,32	10,64	15,96	21,28	26,60	31,93	37,25
21	38	5,36	10,71	16,07	21,42	26,78	32,13	37,49
22	40	5,39	10,79	16,18	21,57	26,96	32,36	37,75
23	42	5,43	0,86	16,30	21,73	27,16	32,59	38,02
24	45	5,47	10,95	16,42	21,89	27,37	32,84	38,31
25	47	5,52	11,03	16,55	22,07	27,58	33,10	38,62
26	49	5,56	11,13	16,69	22,25	27,82	33,38	38,94
27	51	5,61	11,22	16,83	22,45	28,06	33,67	39,28
28	53	5,66	11,33	16,99	22,65	28,31	33,98	39,64
29	55	5,72	11,43	17,15	22,87	28,58	34,30	40,02
30	58	5,77	11,55	17,32	23,09	28,87	34,64	40,41
31	60	5,83	11,67	17,50	23,33	29,17	35,00	40,83
32	62	5,90	11,79	17,69	23,58	29,48	35,38	41,27
33	65	5,96	11,92	17,89	23,85	29,81	35,77	41,73
34	67	6,03	12,06	18,09	24,12	30,16	36,19	42,22
35	70	6,10	12,21	18,31	24,42	30,52	36,62	42,73
36	73	6,18	12,36	18,54	24,72	30,90	37,08	43,26
37	75	6,26	12,52	18,78	25,04	31,30	37,56	43,82
38	78	6,35	12,69	19,04	25,38	31,73	38,07	44,42
39	81	6,43	12,87	19,30	25,74	32,17	38,60	45,04
40	84	6,53	13,05	19,58	26,11	32,64	39,16	45,69
41	87	6,63	13,25	19,88	26,50	33,13	39,75	46,38
42	90	6,73	13,46	20,18	26,91	33,64	40,37	47,10
43	93	6,84	13,67	20,51	27,35	34,18	41,02	47,86
44	97	6,95	13,90	20,85	27,80	34,75	41,70	48,66
45	100	7,07	14,14	21,21	28,28	35,36	42,43	49,50

1. ANTECEDENTES GENERALES

Nombre Empresa		Rodal		Cobertura(%)	
Nombre del predio		Dap o edad			
Empresa de servicios		Nº Conglomerado		Nº Parcela	
Jefe de Brigada					
Nº personas equipo					

2. TIEMPOS TRABAJO INVENTARIO

Fecha	Hora de inicio	Hora de final	T. muerto aprox (minutos)	Tiempo total (minutos)

3. ANTECEDENTES GENERALES

TIPO FORESTAL	SUBTIPO	CON G Nº	ALT m.s.n.m	POSICION	EXP (°)	PEND (%)	GRADO INTERV	LATITUD (S)	LONGITUD (W)

4. DATOS Solo árboles > 5 cm

Nº árb	SP	DAP	P S	CAL		X	Y	Nº árb	Sp	DAP	P S	CAL		X	Y	Nº árb	SP	DAP	P S	CAL		X	Y
				S	F							S	F							S	F		
1								34								67							
2								35								68							
3								36								69							
4								37								70							
5								38								71							
6								39								72							
7								40								73							
8								41								74							
9								42								75							
10								43								76							
11								44								77							
12								45								78							
13								46								79							
14								47								80							
15								48								81							
16								49								82							
17								50								83							
18								51								84							
19								52								85							
20								53								86							
21								54								87							
22								55								88							
23								56								89							
24								57								90							
25								58								91							
26								59								92							
27								60								93							
28								61								94							
29								62								95							
30								63								96							
31								64								97							
32								65								98							
33								66															

5. LOCALIZACIÓN DE PARCELA

PUNTO DE REFERENCIA (PR)	RUMBO (°)	DISTANCIA a PARC (m ²)	PUNTO DE REFERENCIA (PR)	RUMBO (°)	DISTANCIA a PARC (m ²)
1			3		
2			4		

FORMULARIO 2: MUESTREO DE BIOMASA AÉREA

Hoja ____ de ____

1. ANTECEDENTES GENERALES

Nº Empresa		Rodal		Nº Arbol	
Nombre del predio		Edad		Especie	
Empresa de servicios		Nº Conglomerado		Nº Parcela	
Jefe de cuadrilla					
Nº personas equipo					

2. TIEMPOS TRABAJO AÉREO

Fecha	Hora de inicio	Hora de final	T. muerto aprox (minutos)	Tiempo total (minutos)

3. MEDICIONES

DAP 1 (cm)	1			Radio de Copa (m)		Datos de aserrín	
DAP 2 (cm)	2					Diam Medio (m)	
DAT 1 (cm)	1	HCC (m)		N		Nº cortes	
DAT 2 (cm)	2	DCC (cm)		S		Ancho Corte (m)	
L. Fuste (m)		L.I.U. (10) (m)		E		Dens. Mad (kg/m ³)	
H. Tocón (cm)		L.I.U. (8) (m)		O		Peso Aserrín (kg)	

4. MEDICION DE FUSTE

LARGO	DAP 1	DAP ² / E.COR
MED (m)	(cm)	(mm)
TOC=		
1.3		
1.5		
2		
2.5		
3		
3.5		
4		
4.5		
5		
5.5		
6		
6.5		
7		
7.5		
8		
8.5		
9		
9.5		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		

5. PESAJE DE BIOMASA AEREA (kg)

FUSTE						Nº	RAMA	Nº	HOJA + RAMA
Nº	COM	Nº	COM	Nº	N -COM	1		1	
1		25		1		2		2	
2		26		2		3		3	
3		27		3		4		4	
4		28		4		5		5	
5		29		5		6		6	
6		30		6		7		7	
7		31		7		8		8	
8		32		8		9		9	
9		33		9		10		10	
10		34		10		MUESTRAS HOJAS (g)			
11		35		11		ROTULO		PESO	
12		36		12		H1			
13		37		13		H2			
14		38		14		H3			
15		39		15		MUESTRAS RAMAS (g)			
16		40		16		ROTULO		PESO	
17		41		17		R1			
18		42		18		R2			
19		43		19		R3			
20		44		20		MUESTRAS RAMAS+ HOJAS H3			
21		45		21		ROTULO		PESO	
22		46		22		M1			
23		47		23		M2			
24		48		24		M3			
Observaciones						RODELAS FUSTE (g)			
						ROTULO		PESO	
						F1 TOCON			
						F2 DAP			
Numero de fustes =						F3 HCC			
Altura de bifurcación =						F4 PUNTA			
						MUESTRAS CORTEZA (g)			
						C 1			
						C 2			
						C 3			
						C 4			

FORMULARIO 3: TOMA DE DATOS MUESTREO SUBTERRÁNEO Hoja _____ de _____

1. ANTECEDENTES GENERALES

Nombre Empresa		Rodal		Nº Árbol	
Nombre del predio		Rango/edad		Especie	
Empresa de servicios		Nº		Nº	
Jefe de cuadrilla		Conglomerado		Parcela	

2. TIEMPOS TRABAJO SUBTERRÁNEO

Fecha	Hora de inicio	Hora de final	T. muerto aprox (minutos)	Tiempo total (minutos)

3. PESAJE DE RAICES (kg)

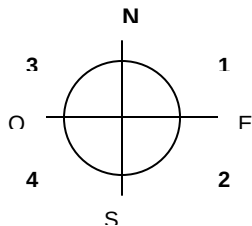
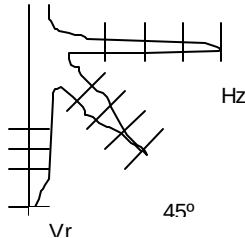
Nº	ENTRE 0,5 - 2 cm			Nº	ENTRE 2 - 5 cm		
1		11		1		11	
2		12		2		12	
		13		3		13	
4		14		4		14	
5		15		5		15	
6		16		6		16	
7		17		7		17	
8		18		8		18	
9		19		9		19	
10		20		10		20	
Nº	ENTRE 5 - 10 cm			Nº	RAÍZ > 10 cm		
1		11		1		6	
2		12		2		7	
3		13		3		8	
4		14		4		9	
5		15		5		10	
6		16		Nº	Pesaje de TOCON (kg)		
7		17		1		5	
8		18		2		6	
9		19		3		7	
10		20		4		8	

5. EXTRACCIÓN DE MUESTRAS

RODELAS RAÍZ (mm)					
Rotulo	L 1	L 2	E 1	E 2	Peso(g)
Z1 (0,5 - 2 cm)					
Z2					
Z3					
Z4 (2 - 5 cm)					
Z5					
Z6					
Z7 (5 - 10 cm)					
Z8					
Z9					

6. ESTIMACIONES de perdida radicular	Porcentaje (%)
Raíz mayor a 10 cm	
Raíz entre 5 - 10 cm	
Raíz entre 2 - 5 cm	
Raíz menor entre 0,5 - 2 cm	
Suelo adherido a raíz en el pesado	

4. LONGITUD DE RAICES

	Cuadrante 1			Cuadrante 2			Cuadrante 3			Cuadrante 4		
	HZ	45°	VR	HZ	45°	VR	HZ	45°	VR	HZ	45°	VR
LARGO hasta 0,5 cm esp.												
LARGO hasta 2 cm esp.												
LARGO hasta 5 cm esp.												
LARGO hasta 10 cm esp.												
Profundidad hasta 2cm												
Esquema de raíz				Posición de cuadrantes				Angulo de raíz				
												
				Comentarios:								