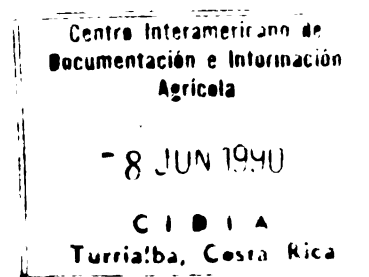


**Serie Técnica**  
**BOLETIN TECNICO Nº 20**



# **// GUIA PARA LA INVESTIGACION SILVICULTURAL DE ESPECIES DE USO MULTIPLE**

*R. Salazar*

Publicación patrocinada por el  
Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple (MADELEÑA)  
CATIE-ROCAP 596-0117

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE)**  
Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido  
Area de Producción Forestal y Agroforestal  
Turrialba, Costa Rica, 1989

## CONTENIDO

AGRADECIMIENTO . . . . .	13
INTRODUCCION . . . . .	15
CAPITULO 1	
Códigos, símbolos y normas para uniformar el manejo de la información . . . . .	17
Código de país . . . . .	18
Código para cada sitio en el país . . . . .	18
Código de la unidad de investigación . . . . .	18
Código de la especie . . . . .	20
Código de la parcela . . . . .	20
Código para el árbol . . . . .	20
Código para el eje por árbol . . . . .	21
Código para las ramas . . . . .	21
Código para follaje . . . . .	22
Código para las secciones del eje . . . . .	22
Uso de símbolos y unidades estándar . . . . .	22
Normas para el uso de símbolos dasométricos . . . . .	23
Unidades recomendadas para cuantificar productos forestales . . . . .	23
Unidades locales para comercializar productos forestales . . . . .	24
Caracterización de sitios . . . . .	26
CAPITULO 2	
Medición de variables de crecimiento . . . . .	27
Frecuencia para realizar las evaluaciones . . . . .	27
Como medir y anotar los valores de altura . . . . .	28
Alturas de plantas de viveros . . . . .	29
Altura total . . . . .	29
Otras alturas . . . . .	29

Como medir y anotar los distintos diámetros . . . . .	34
Diámetro a la altura de pecho . . . . .	34
Diámetro comercial . . . . .	34
Diámetro basal . . . . .	38
Diámetro de copa . . . . .	38
Medición de diámetros a distintas alturas y diámetros sin corteza . . . . .	38

### CAPITULO 3

Cuantificación de los productos del árbol . . . . .	43
Importancia . . . . .	43
Cuantificación de madera . . . . .	43
Volumen total . . . . .	44
Volumen comercial . . . . .	44
Cuantificación de la producción de biomasa . . . . .	44
Cuantificación de leña y biomasa en árboles grandes . . . . .	45
Muestreo para determinar peso seco . . . . .	47
Determinación de peso seco . . . . .	47
Producción de forraje . . . . .	50
Producción de postes . . . . .	51
Producción de semillas . . . . .	52
Muestreo para calificar características de la madera . . . . .	54
Cuantificación de otros productos forestales . . . . .	56

### CAPITULO 4

Establecimiento de parcelas para estudiar el comportamiento de las especies . . . . .	57
Importancia . . . . .	57
Parcela permanente . . . . .	58
Parcela temporal . . . . .	58
Parcela de aprovechamiento . . . . .	59

Parcela para estudiar rebrotes . . . . .	61
Parcela en cercas vivas . . . . .	61
Parcela en cortinas rompevientos . . . . .	63
Cuantificación de árboles individuales . . . . .	63
Parcela en un sistema agroforestal . . . . .	65

## CAPITULO 5

Como establecer ensayos formales . . . . .	67
Generalidades . . . . .	67
Ensayos de eliminación de especies . . . . .	68
Ensayos de procedencias . . . . .	72
Ensayos de tipos de planta . . . . .	76
Ensayos de preparación del sitio . . . . .	77
Ensayos de control de malezas . . . . .	79
Ensayos de densidades de plantación . . . . .	80
Ensayos de fertilización . . . . .	82
Ensayos de aclareos . . . . .	84
Ensayos de rebrotes . . . . .	87
Protección y mantenimiento del experimento . . . . .	90

## CAPITULO 6

Recopilación de la información . . . . .	93
Formularios del sistema MIRA . . . . .	94

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Componente del encabezado del formulario de campo N° 15 del sistema MIRA. Este es común para la mayoría de los formularios de campo . . . . .	19
Figura 2. Donde medir altura en plántulas en vivero . . . . .	30
Figura 3. Medición de altura total en árbol sin ápice definido . . . . .	31
Figura 4. Medición de distintas alturas del árbol . . . . .	32
Figura 5. Medición de la altura total de un árbol con dos ejes . . . . .	33
Figura 6. Cuando mida altura total en árboles con inflorescencias terminales grandes, no tome en cuenta estas inflorescencias . . . . .	35
Figura 7. Medición del dap en: a) un árbol en terreno inclinado, b) un árbol con plantas adheridas al eje y c) un árbol con deformaciones a 1.3 m de altura . . . . .	36
Figura 8. Si hay más de un eje primero mida el eje 1 de diámetro mayor y luego el eje 2 de diámetro menor . . . . .	37
Figura 9. Medición del diámetro basal en árboles con deformaciones en la base a 10 cm. . . . .	39
Figura 10. Medición de diámetro de copa . . . . .	40
Figura 11. Medición de diámetro del fuste y diámetro de corteza. En este caso el fuste se dividió en siete secciones y se midieron siete diámetros; la última sección se toma como un cono . . . . .	41
Figura 12. Cuantificación del volumen de las secciones aserradas del fuste . . . . .	46
Figura 13. Estiba para determinar la producción de leña estereos . . . . .	46
Figura 14. Selección al azar de los árboles muestreados en la parcela para determinar el peso seco . . . . .	48
Figura 15. Toma de muestras para determinar peso seco, densidad y poder calórico . . . . .	49
Figura 16. Puntos de muestreo del fuste para analizar características de las maderas . . . . .	55
Figura 17. Parcela permanente de 30 árboles. Las esquinas se delimitan con zanjas de 1.0 m y 40 cm de profundidad . . . . .	60

Figura 18. Crecimiento en altura total del <i>Eucalyptus deglupta</i> en C.R. base a parcelas temporales. (Silvoenergía N°27) . . . . .	60
Figura 19. Ubicación de parcelas permanentes para evaluar rebrotes en plantaciones: a) sin cosechas, b) cosechada . . . . .	62
Figura 20. Establecimiento de parcelas permanentes en cerca viva . . . . .	64
Figura 21. Uniformar las cabezas de los postes para establecer la parcela permanente . . . . .	64
Figura 22. Establecimiento de parcelas permanentes en cortinas rompévientos . . . . .	65
Figura 23. Distribución de los bloques en un sitio con pendiente . . . . .	69
Figura 24. Distribución de los bloques en terreno con obstáculos . . . . .	70
Figura 25. Un ejemplo de un ensayo de eliminación de especies en el sitio A con un diseño de bloques, completos al azar y parcelas útiles de 49 árboles y con bloques incompletos al azar en el sitio C con parcelas útiles de 36 árboles . . . . .	71
Figura 26. Esquema de distribución de las repeticiones y tratamientos del experimento sobre procedencias de <i>Eucalyptus saligna</i> establecido en Turrialba, Costa Rica . . . . .	74
Figura 27. Esquema de distribución de las repeticiones y tratamientos del experimento 087 (84-34), sobre tipos de planta establecido en Honduras . . . . .	78
Figura 28. Esquema de distribución de las repeticiones, tratamientos del experimento 14 (81-2) sobre control de malezas en <i>Eucalyptus camaldulensis</i> en El Gurú, Nicaragua . . . . .	81
Figura 29. Esquema de distribución de las repeticiones y tratamientos, de un experimento de densidad de plantación en <i>Gmelina arborea</i> . . . . .	83
Figura 30. Ejemplo de un diseño de parcelas divididas para estudiar el efecto de cuatro tratamientos de fertilizante (formulas) con cuatro dosis por formula . . . . .	85
Figura 31a) Estado de las parcelas antes de aplicar los distintos tratamientos de aclareo, en un diseño de bloques completos al azar . . . . .	88
Figura 31b) Estado de ensayo de aclareos después de aplicar los distintos tratamientos de aclareos en un diseño de bloques completos al azar . . . . .	89
Figura 32. Esquema de distribución de las repeticiones y tratamientos del experimento 175 (89-04) sobre manejo de rebrotes de <i>Eucalyptus camaldulensis</i> en San Pedro Sula, Honduras . . . . .	91

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Principales productos forestales y unidades de cuantificación . . . . .	24
Cuadro 2. Algunas unidades locales para cuantificar madera y leña . . . . .	25
Cuadro 3. La edad cuando se deben medir algunas variables de interés . . . . .	28
Cuadro 4. Ejemplo de cómo determinar la relación peso seco/ peso verde para eje, ramas y follaje con base en las muestras de campo . . . . .	50
Cuadro 5. Ejemplo de transformación de peso verde a peso seco para cada árbol de la parcela muestreada . . . . .	50
Cuadro 6. Tipos de postes y algunas de las dimensiones más utilizadas . . . . .	52
Cuadro 7. Muestreo para cubicar árboles de <i>E. deglupta</i> . . . . .	61
Cuadro 8. Características de las procedencias estudiadas en el experimento N° 2 164 (88-20) en Turrialba, C.R. . . . .	73
Cuadro 9. Algunas de las variables por evaluar en las distintas etapas de una prueba de procedencia . . . . .	75
Cuadro 10. Variables por evaluar en ensayos de tipos de planta . . . . .	77
Cuadro 11. Ejemplo de selección de densidades para establecer con ensayo de <i>G. arborea</i> . . . . .	82

## TABLA DE ANEXOS

Anexo 1. Regiones Forestales del Proyecto "Leña y Fuentes Alternas de Energía" . . . . .	97
Anexo 2. Juego de formularios de Madeleña, utilizados en la descripción de ensayos o parcelas . . . . .	105
Anexo 3. Código para las especies más utilizadas . . . . .	153
Anexo 4. Otros factores de conversión . . . . .	157
Anexo 5. Modelos de predicción incluidos en el programa VOLREG del PSP . . . . .	163
Anexo 6. Glosario . . . . .	167
Anexo 7. Un ejemplo de como llenar los formularios . . . . .	171



## **AGRADECIMIENTO**

Las “Normas para la Investigación Silvicultural de Especies para Leña” sirvió de guía para ayudar a estandarizar las investigaciones realizadas en la región, sobre técnicas de producción de leña; el efecto positivo de este esfuerzo y la aceptación por parte del técnico forestal han servido de estímulo para ajustar dichas normas y preparar el presente documento: “Guía para la investigación silvicultural de especies de uso múltiple”.

Esta guía es el resultado de las experiencias que se han venido obteniendo en los distintos países donde se han desarrollado los proyectos de Leña y Madeleña; por lo tanto, considero oportuno agradecer a todo el personal técnico de estos dos proyectos que, de una u otra manera, han hecho aportes valiosos para preparar este documento. Gracias al interés y a los esfuerzos de estas personas fue posible llegar a definir las técnicas silviculturales en la región, para obtener los mayores beneficios de los recursos que se dediquen a ella.

También quiero agradecer al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y al Proyecto Madeleña/ROCAP por haberme dado las facilidades necesarias para preparar esta Guía.

Aprovecho la oportunidad para agradecer al personal de apoyo de Madeleña, que en diferentes formas contribuyó positivamente en todo el proceso de desarrollo de este documento.

Finalmente, agradezco a Lizbeth Alfaro, Randall Coto, Hugo Brenes y a Carlos Solano por el apoyo en la labor de digitación del documento, y a los colegas y compañeros, Ronnie del Camino, Miguel Musalem, Héctor Martínez y David Hughell por sus aportes en el proceso de revisión de los borradores.

## INTRODUCCION

Aunque la investigación forestal como actividad sistemática y planificada puede ser considerada como relativamente nueva en los países de América Central, lo cierto es que tanto las instituciones nacionales responsables de esta actividad, así como los centros de Educación Superior tienen ya varios años de venir realizando estudios en distintos campos de la silvicultura. Sin embargo, resulta preocupante que no se utilice un sistema uniforme y estandarizado que permita a los investigadores comparar los resultados de la investigación, ni hacer uso de la información que ha sido producida en tales estudios. Por otro lado, la información en la mayoría de los casos permanece en los archivos sin poder ser utilizada, ya que no está disponible, porque está incompleta, no se sabe exactamente qué variables fueron medidas, cuándo se hicieron las mediciones, ni cómo fue manejada la unidad experimental.

Consciente de este problema, el Proyecto Leña, que junto con las instituciones forestales nacionales implementó entre 1980 y 1985 el CATIE en los países centroamericanos, se dio a la tarea de desarrollar y poner en práctica un sistema normativo\* para establecer, evaluar y manejar la información de especies para leña. Como resultado de este esfuerzo, cada uno de los países de la región cuenta con archivos sobre las investigaciones silviculturales, con más de seis años de seguimiento éstos son fácilmente manejables, y permiten complementar la información y compararla con la de los otros países, gracias a que han sido manejadas por un sistema común.

El Proyecto Cultivo de Árboles de Uso Múltiple (Madeleña) que desarrolla el CATIE con el apoyo económico de ROCAP en América Central, está investigando los distintos aspectos de la silvicultura de especies de árboles de uso múltiple, con el objeto de desarrollar las técnicas de manejo apropiadas que permitan hacer del cultivo de árboles una actividad rentable, atractiva para el pequeño y mediano finquero.

Por las razones señaladas, se consideró importante continuar haciendo uso del sistema de normas ya desarrollado por el Proyecto Leña, mientras se producía un documento que actualizara y ampliara dichas normas, e incluyera los nuevos productos y servicios de los árboles de uso múltiple (AUM).

Esta guía es una actualización y ampliación de la "Guía para la Investigación Silvicultural de Especies para Leña", y tiene como fin poner a disposición del investigador forestal un sistema sencillo que le permita establecer, calificar y manejar la información de las unidades experimentales con especies de uso múltiple en forma estandarizada, que haga posible el intercambio regional y, por tanto, de beneficio común para la región en cualquier momento.

Para que la guía cumpla su objetivo, es básico que el investigador maneje con responsabilidad los distintos códigos y formularios para cada situación particular; y que además, comprenda la importancia de que cada unidad de investigación tenga su archivo (carpeta) actualizado.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1984.  
Normas para la investigación de especies para leña. Turrialba,  
Costa Rica. CATIE. DRNR. 110 p.

## CAPITULO 1

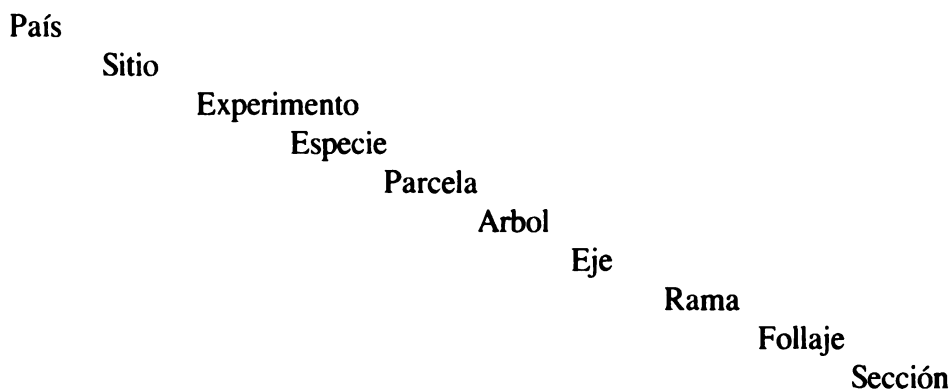
### CODIGOS, SIMBOLOS Y NORMAS PARA UNIFORMAR EL MANEJO DE LA INFORMACION

Para facilitar el manejo de la información generada por la investigación silvicultural a nivel nacional e internacional, es preciso usar códigos estandarizados para describir la unidad de investigación. Estos códigos deben ser utilizados en forma consistente y con el debido cuidado para evitar confusiones posteriores. Se recomienda que los técnicos nacionales que trabajan en investigación conozcan y utilicen este lenguaje común y que a nivel de cada proyecto sea asignada una persona responsable de manejar la codificación de los sitios de trabajo y las unidades de investigación que se establecen en el campo.

Usualmente, en los países se desarrollan simultáneamente varios proyectos de investigación forestal en la misma zona o en zonas diferentes; por lo tanto, es necesario que exista un control central que maneje en forma ordenada toda la información que producen estos proyectos. Lógicamente este control debería estar en manos de la entidad nacional responsable.

Las unidades y normas que se describen a continuación deben ser utilizadas con el objeto de que en el momento oportuno se pueda comparar el comportamiento de las especies en los distintos sitios de estudio. No obstante, esta consideración no impide que se utilicen otras normas o unidades, si se consideran necesarias para realizar un determinado estudio. Si por razones específicas introduce modificaciones al sistema normativo que recomienda este manual, describa con detalle en la carpeta de campo dichas modificaciones.

Los códigos que se describen a continuación deben ser utilizados en forma indistinta para ensayos formales y parcelas de crecimiento (unidades de investigación) permanentes y temporales. La siguiente jerarquía de componentes debe conservarse para evitar confusiones en el uso de la información, la cual debe formar parte de los archivos computarizados de la base de datos MIRA\*. Si esta jerarquía no se respeta será imposible recuperar dicha información una vez que haya sido almacenada en la base de datos.



El objetivo de usar esta jerarquía de componentes es facilitar, almacenar, y recuperar la información en cualquier momento. La información podrá ser recuperada por país, por especie dentro del país y por número de experimento, por productos y variables en especies, etc.

\* "Manejo de Información Recursos Arbóreos", sistema en funcionamiento en CATIE y en los países de Centroamérica y Panamá.

A continuación se describen los códigos utilizados para cada uno de los anteriores componentes, los cuales aparecen en los formularios que se utilizan en el campo (Figura 1).

### **Código de país**

Es un código sugerido por UNESCO y desarrollado por la Unión Internacional para la Estandarización (ISO)\*, se compone de dos letras por país. Cada país puede imprimir en los formularios el código correspondiente.

GUATEMALA	GT
HONDURAS	HN
EL SALVADOR	SV
NICARAGUA	NI
COSTA RICA	CR
PANAMA	PA

Si necesita el código de otros países consulte el documento “Information Transfer” de la ISO.

### **Código para cada sitio en el país**

Para facilitar la localización de los sitios de trabajo, cada país en América Central ha sido dividido por los ministerios de agricultura en regiones agropecuarias, estas regiones tienen relación con las regiones forestales establecidas por las instituciones nacionales, y siguen límites provinciales o departamentales y divisiones naturales. En el caso de Panamá, se utiliza la división provincial, pero considerando las provincias de Colón y San Blas como una sola; además, se divide la provincia de Panamá en dos: Capiro y Chepo. En el Anexo 1 se presenta el mapa de cada país mostrando las regiones y los departamentos o provincias correspondientes, las cuales varían entre siete y nueve por país, con excepción de El Salvador, que tiene cuatro. Antes de codificar el sitio donde va a trabajar, consulte el mapa de Anexo 1 para determinar a qué región corresponde.

En cada región es posible establecer hasta 99 sitios de trabajo que deberán ser numerados con una cifra de tres dígitos. El primer dígito corresponde al número de la región y los dos últimos al sitio propiamente; así por ejemplo, en la región 200 en Costa Rica, podrán existir los sitios 201, 202, ..., hasta 299, según el número de unidades de investigación establecidas.

Este número de sitio se le asignará a cualquier finca o lugar experimental donde se establece una o varias unidades experimentales. Si en la finca vecina se establecen otras unidades de investigación, a esta finca le corresponderá otro número de sitio. Estos números son asignados cronológicamente según van siendo establecidos los sitios, y por lo tanto, no siguen un ordenamiento especial dentro de la región. Consulte los formularios adjuntos para que se le facilite el uso de los códigos (Anexo 2).

### **Código de la unidad de investigación**

Cualquier unidad que se establezca, ya sea experimento formal o parcela permanente, a la que se le vaya a dar seguimiento, debe ser codificada como se indica en el ejemplo siguiente:

Experimento N° 001 (88-01)

Los tres primeros dígitos fuera del paréntesis corresponden a una numeración seriada de 001 a 999 para identificar el ensayo. Simplemente se refiere al número de la unidad de investigación que

\* ISO (Suiza); Unesco (Francia). 1982 Information transfer. 2 ed. 150 Standards Handbook. N° 1, 522 p.

**MEDICION DE ARBOLES EN PIE (Silvicultura)**

Código de país  1 No. de experimento  2 Código del proyecto  3 No. de la repetición  4 Código de tratamiento  5

Fecha de plantación  6 Fecha de medición  7 No. de sitio  8 No. de lote  9

(día-mes-año)  Tipo de diámetro  11

Nombre del sitio \_\_\_\_\_ 10 P = a la altura de pecho (dap), B = basal del eje

No. de rotación  12 Código de especie  13 T = basal del tocón  
 Especie \_\_\_\_\_ 14

No. de árboles originales  15 No. de árboles vivos  16 Espaciamiento original  cm x  cm x  17

Descripción de factores y niveles:

Código del factor 1  18 Código del factor 2  20 Código del factor 3  22

Nombre del factor 1 \_\_\_\_\_ 19 Nombre del factor 2 \_\_\_\_\_ Nombre del factor 3 \_\_\_\_\_

No. del nivel  19 No. del nivel  21 No. del nivel  23

Descripción del nivel \_\_\_\_\_ Descripción del nivel \_\_\_\_\_ Descripción del nivel \_\_\_\_\_

Nombres de anotadores \_\_\_\_\_ 24

Observaciones \_\_\_\_\_ 25

Figura 1. Componentes del encabezado del formulario de campo No.15 del Sistema MIRA. Este es común para la mayoría de los formularios de campo.

el país o proyecto tiene bajo control, sin considerar quién y cuándo fue establecida. Los primeros dos dígitos dentro del paréntesis corresponden al año de establecimiento del ensayo o parcela permanente (no necesariamente al año de plantación). Se sigue este sistema porque una parcela permanente puede ser establecida en cualquier momento después de plantado el rodal. En el ejemplo, 88 significa que esa unidad fue establecida en 1988. El sistema opera para unidades experimentales en plantación o vegetación natural. El último número de dos dígitos dentro del paréntesis, también es seriado, va de 01 a 99 y se refiere al número de orden de las unidades establecidas en 1988. Según el ejemplo, se trata de la primera unidad experimental que controla el proyecto, y es la número uno establecida en 1988. El Anexo 3 muestra los códigos desarrollados por MIRA para describir la unidad de investigación.

### **Código de la especie**

Anteriormente se utilizó un código numérico de tres dígitos para describir la especie; ahora, para que el técnico de campo o quien procesa la información, identifique fácilmente la especie, fue cambiado el código numérico por un código alfabético. El código de cada especie está formado por seis letras juntas, las cuatro primeras letras corresponden al género y las dos últimas a las dos primeras de la especie. Los siguientes ejemplos ilustran el sistema:

<i>Abies religiosa</i>	ABIERE
<i>Acacia auriculiformis</i>	ACACAU
<i>Acacia mangium</i>	ACACMA
<i>Alnus acuminata</i>	ALNUAC
<i>Cassia siamea</i>	CASSSI
<i>Cordia alliodora</i>	CORDAL
<i>Eucalyptus deglupta</i>	EUCADE

El Anexo 3 presenta los códigos para algunas de las especies más utilizadas.

### **Código de la parcela**

Para numerar la parcela en el caso de ensayos formales debe utilizarse un número seguido (01, 02, 03, etc.) para cada repetición. En caso de parcelas permanentes también numerélas como 01, 02, etc.

### **Código para el árbol**

El árbol en cada parcela debe tener un número fijo desde que se establece el experimento o parcele. El orden de numeración de los árboles en la parcela es en zig zag y se empieza en la esquina de más fácil acceso a la parcela. Si se trata de un ensayo formal o más de una parcela permanente, conserve en cada parcela el mismo sentido de medición.

Esta numeración debe aparecer en los croquis respectivos, y es básica para dar seguimiento al crecimiento de los árboles. Si este orden de numeración no se respeta en cada medición, no será posible saber si determinado árbol está creciendo normalmente, y si ha sido medido correcta o incorrectamente. En el siguiente ejemplo se puede observar que la altura del árbol 3, en la segunda medición, fue mal medida, y que en la tercera medición fue cambiado el orden de medición de los árboles en la parcela; se puede ver que en esta tercera medición el árbol 7 se tomó como el 1, el árbol 6 como el 2, etc.

ARBOL Nº	MEDICIONES EN ALTURA TOTAL (m)		
	1	2	3
1	8,9	10,2	9,3
2	5,0	5,9	8,5
3	7,3	6,2	7,5
4	4,0	5,3	6,7
5	5,0	6,1	7,1
6	6,5	7,9	6,1
7	7,4	8,5	11,6

### Código para el eje por árbol

Debe entenderse como eje el o los fustes que salen abajo de 1.3 m (dap). Algunas especies de uso múltiple como *Leucaena leucocephala* frecuentemente se bifurcan abajo de 1.3 m; en estos casos, y si hay interés en evaluar la producción por cada uno de los ejes, debe asignarse a cada eje que esté bien desarrollado un número seriado empezando con 1; esta numeración también debe ser permanente. Ejemplo:

Arbol	Eje
1	1
2	1 2
3	1 2 3
4	1

### Código para las ramas

Debe entenderse como rama las bifurcaciones laterales que salen de los ejes del árbol. Cuando la especie que está siendo estudiada desarrolla ramas muy gruesas como *Gmelina arborea* y *Guazuma ulmifolia*, se quiere cuantificar en forma independiente del fuste principal la producción de las ramas, cada una de ellas con más de 2.5 cm de diámetro basal; se le asigna un número seriado empezando con 1. Si el diámetro mínimo deseado es diferente a 2.5 cm especifíquelo en el formulario de campo. Ejemplo:

Ejemplo:

Arbol	Ejes	Rama
1	1	1 2 3 4
2	1	1 2 3
3	1	1 2 3 4

### Código para follaje

Si le interesa cuantificar por árbol y por eje la producción separada en fuste, ramas y follaje en la parcela, también este producto debe codificarse en forma seriada como se indica en el ejemplo siguiente:

Arbol	Eje	Rama	Follaje
1	1	1	1
		2	2
2	1	1	1
		2	2
		3	3
	2	1	1
		2	2

El follaje por rama se cuantifica en forma separada como en el ejemplo si las ramas son grandes; si son pequeñas se considera como follaje total para el árbol.

### Código para secciones del eje

Cuando se determina el volumen de un árbol que ha sido cortado, primero se divide el fuste o eje de la parte más gruesa a la más delgada en trozos de igual o diferentes dimensiones. Es conveniente numerar cada trozo siguiendo el mismo orden de seccionamiento. Ejemplo:

Ejemplo:

Arbol	Ejes	Sección	
1	1	1	
		2	
		3	
2	2	1	
		2	
	1	1	
		2	
		3	
	2	2	4
			1
			2
	3	3	1
			2
3			

### Uso de símbolos y unidades estándar

Se refiere a las reglas para la estandarización del sistema de mediciones y escribir las unidades.

El Proyecto Madeleña ha adoptado el Sistema Internacional de Unidades de Pesos y Medidas (SIU)\* establecido en Francia en 1960. Entre los cuidados que deben observarse están:

—los símbolos no se escriben con mayúscula; excepciones: los derivados de nombres de

\* Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (1980), Desarrollo Rural de las Américas, Reglas Universales para la consignación de unidades. Costa Rica, 13(8): 182-189.



- personas: 5º C (Celsius), 3º F (Fahrenheit), 4 V, 8 W (Wattios), 10 J (Jules); y para indicar totales de población y totales por unidad de superficie como 5 toneladas por hectárea = 5 T/ha (no 5 t/ha);
- los prefijos métricos no se escriben con mayúscula; excepción: mega 15 M (no 15 m);
  - no se usa plural en los símbolos: ejemplo: 5 mm; (no 5 mms);
  - los nombres completos de unidades se pluralizan normalmente; ejemplo: 55 hectáreas (no 55 hectárea);
  - no se usa punto después del símbolo, excepto al final de la frase: ejemplo 15 cm de diámetro, el diámetro fue de 15 cm;
  - deje un espacio entre el número y el símbolo o unidad; ejemplo: 10 cm; (10 cm incorrecto);
  - no use comas o puntos para separar cifras largas; se separan de tres en tres con un espacio en blanco. Aunque la coma marca la fracción decimal en América Central, se utilizará el punto para facilitar la entrada de los datos a la computadora, y la interpretación de los resultados, ejemplos: 1000005.34 (1,000.005.34 incorrecto; 1.000.005,34 incorrecto); 2.34 (2,34 incorrecto). Cuando no existe valor entero, coloque un cero a la izquierda del punto decimal; ejemplo: 0.77 (77 incorrecto).

### Normas para el uso de los símbolos dasométricos

Se utilizan las normas de los símbolos dasométricos recomendados por IUFRO, 1956\*. Estos símbolos dasométricos deben ser representados con letras minúsculas; la letra mayúscula se reserva para indicar totales por unidad de superficie; ejemplos:  $v = 0.5 \text{ m}^3/\text{árbol}$ , y  $V = 30 \text{ m}^3/\text{ha}$ . También se usa para indicar totales de la población en los resultados del trabajo de muestreo.

- / = use la barra para indicar por ejemplo ( $\text{m}^3/\text{ha}$ )
- c = circunferencia
- d = diámetro, dap a 1.3 m
- e = espaciamiento entre árboles (m)
- f = coeficiente de forma
- g = área basal a 1.3 m por árbol o parcela
- G = área basal por unidad de área, ejemplo:  $G=30 \text{ m}^3/\text{ha}$
- h = altura total del árbol
- <sup>h</sup>dom = altura total de árboles dominantes
- <sup>h</sup>com = altura comercial
- i = incremento medio anual (id para diámetro, ih para altura, ig para área basal, iv para volumen)
- n = número (árboles, años, etc.)
- N = número total de árboles por hectárea
- P = crecimiento relativo porcentual en volumen, valor, etc.
- t = edad en años desde la plantación
- v = volumen del fuste del árbol individual
- V = volumen total del eje y ramas por hectárea
- VCC = volumen total con corteza
- VSC = volumen total del eje con corteza

### Unidades recomendadas para cuantificar productos forestales

El número de productos forestales que se pueden cuantificar es muy grande, y cada producto tiene su unidad específica, la cual regularmente varía entre países. El Cuadro 1 resume los principales productos forestales y la unidad recomendada para expresar el producto. Si usa otra unidad especifique la equivalencia con respecto a la unidad sugerida. El Anexo 4 muestra algunos factores de conversión importantes.

\* Van Joest, J. et al. La normalización de los símbolos en dasometría. ONU. 19 p.

**Cuadro 1. Principales productos forestales y unidades de cuantificación**

<b>Producto</b>	<b>Unidad de cuantificación</b>
Madera en troza	m <sup>3</sup> , pies tablares
Madera aserrada	m <sup>3</sup> , pies tablares
Contrachapado (plywood) y paneles	Unidad, dimensión en m <sup>2</sup> y espesor en m
Aglomerado (durpanel)	Unidad, dimensión en m <sup>2</sup> y espesor en mm
-Leña <sup>1</sup>	Estereos o peso seco (kg o tm)
-Carbón	Peso (kg o tm)
-Extractivos (químicos)	Volumen (m <sup>3</sup> , litros)
-Forraje <sup>1</sup>	Peso (kg o tm)
-Aserrín y otros residuos	Peso, volumen (kg, tm o m <sup>3</sup> )
-Pasta para papel	Peso (kg o tm)
-Papel	Peso (kg o tm)
-Postes <sup>2</sup> /	Unidad (dimensiones)
-Estacas, tutores <sup>2</sup>	Unidad (dimensiones)
-Palillos de fósforo	Cajas
-Papelería en general	Peso (kg o tm)
-Arboles de navidad	Unidad
-Frutos	Peso (kg)
-Semillas	Peso (kg)

<sup>1</sup> Indique si es peso verde o seco al horno.

<sup>2</sup> Indique dimensiones.

### **Unidades locales para comercializar productos forestales**

Cada país usa varios sistemas para comercializar los distintos productos forestales, éstos son de utilidad muy local. A continuación se dan algunas de las unidades locales, para comercialización de madera y leña principalmente, (cuadro 2).

**Cuadro 2. Algunas unidades locales para cuantificar madera y leña**

<b>País</b>	<b>Unidad</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Equivalencia en m<sup>3</sup></b>
<b>Madera</b>			
<b>Costa Rica</b>	Pulgada tica	1" × 1" × 4 varas	0.00159
<b>Honduras, Guatemala, Nicaragua, El Salvador y Panamá</b>	Pie tablar	1' × 1' × 1"	0.00453
<b>Leña</b>			
<b>Guatemala</b>	Palito	40 a 45 cm, u 80 a 100 cm	
	Raja (leño)	45 a 75 cm de largo	
	Manojo	10 leños	
	Tercio	25-27 leños	
	Carga	80 leños	
	Tarea	5 cargas	
<b>Honduras</b>	Manojo	10-20 leños	
	Carreta de bueyes	1.25 de largo × 1 m de ancho × 0.75 cm alto	
	Camionada	3.5 m largo × 2.30 m ancho × 1.60 m alto	
<b>El Salvador</b>	Raja	60 cm largo × 5 a 10 cm diámetro	
	Manojo	5 ó 6 leños de 60 cm largo 2 a 5 cm de diámetro	
	Pante	2.40 m ancho × 2.40 m alto × 0.75 m largo	
<b>Nicaragua</b>	Raja	80 cm largo × 5 a 10 cm diámetro	
	Taco	2.00 a 3.00 m largo × 15 a 30 cm diámetro	
	Marca	2.00 m largo × 1.00 m ancho × 1.00 m alto (2 estéreos; varía/ciudad)	
<b>Costa Rica</b>	Carretada	2.60 estéreos	
	Camión	2.00 m largo × 2.50 m ancho × 1.50 m alto (50 estéreos)	
<b>Panamá</b>	Haz	12 palillos de 80 cm largo × 5 a 10 cm diámetro	
	Manojo	6 palillos de 50 cm largo × 2 a 4 cm diámetro.	
	Carreta	2.00 m largo × 1.20 m ancho × 1.50 m alto (1.44 estéreos)	

## Postes

<b>Conducción eléctrica</b>	8-12 m largo y 20 cm diámetro mínimo
<b>Telefonía</b>	6 m de largo y 20 cm diámetro mínimo
<b>Para cercas</b>	2.3 m largo y 5 a 10 cm diámetro mínimo
<b>Tendales</b>	3 a 6 m largo y 10 cm diámetro
<b>Construcción</b>	3 m largo y 8 a 15 cm diámetro mínimo
<b>Tutores para agricultura</b>	1 a 2 m largo y 5 a 10 cm diámetro mínimo
<b>Puntales para banano</b>	3 m largo y 2.5 cm diámetro mínimo

## OTROS PRODUCTOS:

<b>Resina</b>	tambor, barril de 55 galones
<b>Semillas</b>	kg

---

Tomado de: Reiche, C., 1985. Abastecimiento y mercado de la leña en América Central, estudios de caso. Madeleña, CATIE. (presentado en el IX Congreso Forestal Mundial en México, 1985).

## Caracterización del sitio

Para interpretar y explicar adecuadamente el comportamiento de la especie en un sitio dado, es necesario conocer las características de ese sitio, o sea, es necesario hacer una caracterización del lugar en cuanto a clima, suelo y fisiografía.

Como la mayoría de las especies de interés están siendo estudiadas a nivel centroamericano, con una adecuada descripción del sitio se podrá desarrollar posteriormente índices de sitio, que indiquen cuáles son las condiciones más apropiadas para el cultivo de las distintas especies, y cuáles son los factores que limitan la producción.

El Sistema de Manejo de Información sobre Recursos Arbóreos (MIRA) ha desarrollado los formularios necesarios para describir las características del sitio, así como la unidad experimental, y los formularios para recopilar los datos de crecimiento y rendimiento periódicos de cada unidad. Estos formularios se describen en el Capítulo 6. Se recomienda su utilización en cada una de las unidades experimentales que se desarrollen en los países de la región; éstos deben formar parte del archivo de cada unidad. Si no se utilizan estos formularios, la información no podrá ser incorporada en la base de datos. Estos formularios los puede solicitar en la sede del Proyecto Madeleña, en el CATIE, o en las oficinas regionales del proyecto en América Central.

## CAPITULO 2

### MEDICION DE VARIABLES DE CRECIMIENTO

El objetivo de esta sección es dar al técnico las indicaciones de cómo medir los distintos parámetros de crecimiento en árboles de uso múltiple, desde la etapa de vivero, hasta la etapa de aprovechamiento. Deben ser utilizados los formularios de campo desarrollados por el Sistema MIRA y descritos en el Capítulo 6.

Estos parámetros se evalúan no sólo para conocer el crecimiento de los árboles en determinado sitio y edad, sino para comparar la respuesta de la especie de árboles cuando son sometidos a distintos tratamientos, como fertilización, sombra, densidad de plantación, preparación de sitio, aclareo, procedencias, y otros.

Cuando se realicen las mediciones, en ningún caso se miden árboles muertos o enfermos. Se reportará siempre en la hoja de mediciones el número de los árboles que no se miden por las razones anteriores.

Las mediciones semestrales deben realizarse al finalizar las épocas de invierno y verano; y las evaluaciones anuales al final del verano. Así se podrá conocer la respuesta de la especie a cada época.

#### **Frecuencia para realizar las evaluaciones**

La frecuencia con que se deben realizar las evaluaciones de ensayos formales o parcelas permanentes es variable; es el técnico, quien con base en los objetivos del trabajo y en los recursos económicos y humanos disponibles, el que decide la frecuencia y el período de las evaluaciones.

En los viveros hay especies que requieren 3, 6 ó 8 meses para estar listas para ser llevadas al campo. En estos casos es apropiado realizar mediciones cada mes, para analizar con cierto detalle el comportamiento de las plantas en esta etapa de crecimiento.

En el campo, cuando se estudian especies de crecimiento rápido como *L. leucocephala* para producción de forraje, leña o varas para actividades agrícolas, las evaluaciones pueden realizarse cada seis meses durante el primer año y medio o dos años, y luego cada año. Con esto se busca recopilar la información suficiente para conocer el crecimiento y capacidad de producción en períodos cortos y lograr desarrollar curvas de crecimiento.

En estudios de especies para producción de madera donde los turnos son más largos, normalmente se hacen evaluaciones cada año los primeros cinco años; y luego cada dos a cinco años dependiendo de la longitud del turno final. Esto permitirá conocer la sobrevivencia en los primeros años, así como la capacidad de la especie para adaptarse, controlar las malezas y formar un fuste adecuado. Con esta información se podrá decidir sobre las actividades de manejo.

En estudios de genética las frecuencias dependen del tipo de variable que se quiera evaluar. Para estudiar el crecimiento inicial, las mediciones se pueden hacer cada año durante tres o cuatro años; luego cada dos o tres años hasta diez años, y luego cada cinco años. Las características de forma

del fuste (torceduras, ramificación, bifurcaciones) pueden ser estudiadas a los cinco o seis años. El Cuadro 3 muestra la frecuencia con que deben ser evaluadas las distintas variables de crecimiento, forma y productos.

En ensayos de fertilización donde interesa conocer la respuesta inmediata del árbol al fertilizante, las evaluaciones se realizan cada 6 a 12 meses para determinar por cuánto tiempo se prolonga el efecto del fertilizante.

En estudios de densidades de plantación las evaluaciones deben realizarse cada año durante los primeros cuatro o cinco años, luego cada dos a tres años. De esta forma se podrán conocer las densidades críticas de la especie según los productos deseados.

Hay que mantener actualizado el calendario de mediciones y planificar adecuadamente las actividades de campo. No es conveniente atrasar las mediciones de ensayos o parcelas más de un mes, pues si esto ocurre la interpretación de los resultados será más difícil.

**Cuadro 3. La edad cuando se deben medir algunas variables de interés**

Variable	Meses				Años										
	6	12	18	24	3	4	5	7	9	11	12	13	15	20	25
Sobrevivencia seguida de replante	x														
Sobrevivencia		x													
Altura		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
dap				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
db	x	x	x	x											
Forma del fuste							x	x							
Producción leña y biomasa			x	x	x	x	x								
Postes					x	x	x								
Madera									x	x	x	x	x	x	x
Semillas					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

### Cómo medir y anotar los valores de altura

La altura (h) de cada eje leñoso debe ser medida y anotada en decímetros completos, sin decimales y utilizando tres dígitos. Si el valor no tiene tres dígitos, complete con ceros a la derecha; ejemplos: 008 dm, 018 dm, 128 dm. Solamente en casos especiales, como estudios de vivero, se deben utilizar milímetros o centímetros, y especificar claramente en los formularios de campo.

Cuando el árbol es pequeño, para las primeras mediciones se usará una regla graduada en decímetros; para las mediciones posteriores, use una vara telescópica hasta donde sea posible. Si la altura del árbol no lo permite, se usa el hipsómetro Suunto o Haga para hacer la lectura directa. Si la lectura del hipsómetro es en metros se hace la anotación en decímetros. Hay que indicar si se trata de altura total (h), altura dominante (hdm), o altura comercial (hcom).

Si el árbol está quebrado, se anota la altura a la que se encuentra la quebradura; si lo que se está midiendo es la altura de un rebrote porque el árbol se quebró, también se anota esa altura, y se hace la observación correspondiente en la hoja de campo. En el caso de tocones con rebrotes, se mide siempre el brote más alto. Esto facilitará la interpretación de los datos.

### **Altura de plantas de viveros**

En vivero la altura se toma con regla graduada en milímetros o centímetros, y desde el nivel del suelo hasta la yema terminal (Figura 2).

### **Altura total**

La altura total se mide desde la superficie del suelo hasta el ápice terminal más alto del árbol; en el caso de copas que no muestren ápice terminal, como *Guazuma ulmifolia* o *Glicida sepium*, la altura se toma al centro de la copa (Figura 3).

### **Otras alturas**

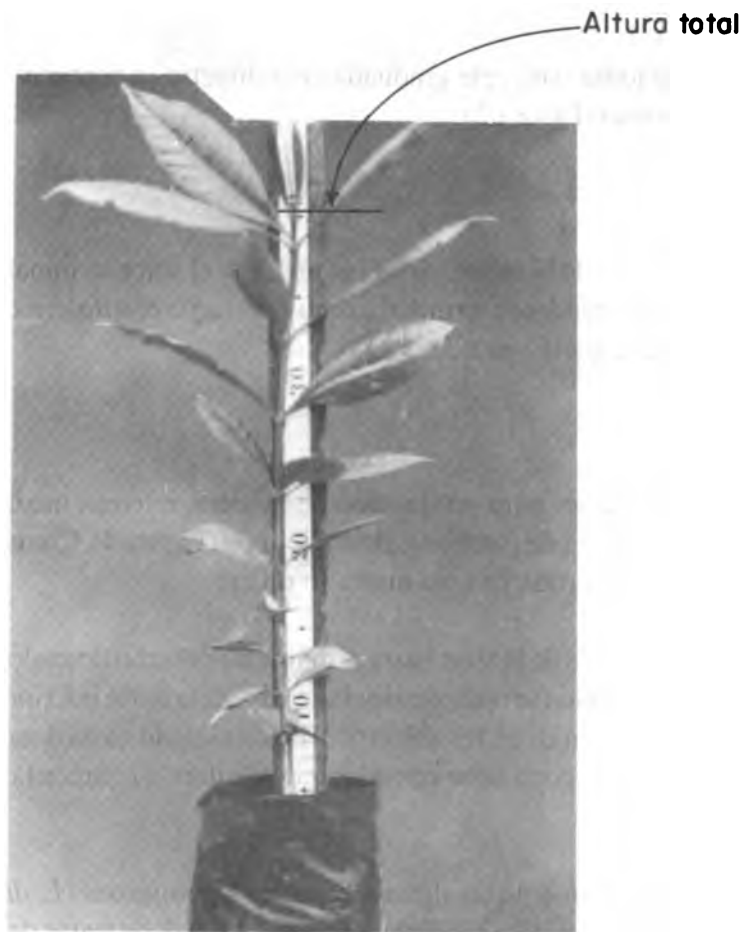
Cuando se estudian especies para producción de madera, interesa medir altura comercial, altura a la primera rama viva, altura de gambas y altura de copa (Figura 4). Cuando se realizan estas mediciones hay que anotar con claridad a cuál altura se refiere.

La altura comercial se mide de la base hasta el diámetro mínimo deseado en la parte alta. La altura a la primera rama viva también se mide desde el suelo hasta la parte inferior donde sale la rama del fuste. La altura de la gamba se mide en forma vertical desde el suelo hasta donde finaliza su efecto en el fuste. Para medir la altura de copa debe considerar desde donde aparece la primera rama viva hasta el ápice del árbol.

En árboles jóvenes y usualmente en algunas especies leguminosas (*L. diversifolia*) de parte bajo, el eje central aparece volcado; para medir la altura correcta debe tratar de enderezar la parte inclinada con la mano o una regla.

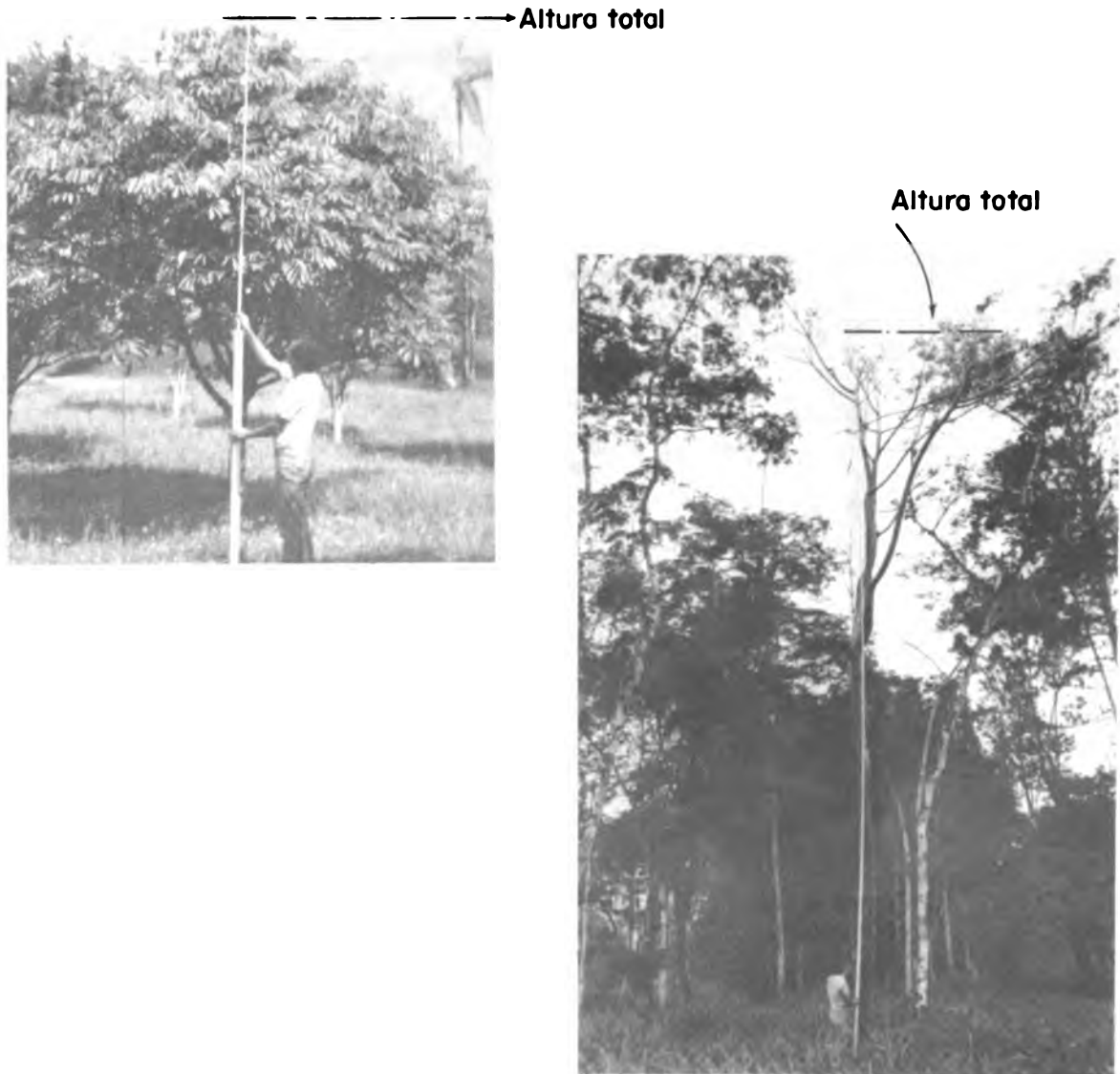
Cuando el árbol a medir tiene varios ejes, y le interesa cuantificar la producción de leña o biomasa, es necesario medir el largo de cada eje para obtener resultados más precisos. El eje principal se mide desde la base al ápice, y las otras alturas desde el punto de bifurcación al ápice correspondiente (Figura 5).

Se usa el término “largo de eje, o rama” para referirse a la medición de un eje o una rama desde el punto de bifurcación y no necesariamente en dirección vertical. El término “altura” siempre se refiere a la medición desde el suelo.



**Figura 2. Donde medir altura total en plántulas en viveros**





**Figura 3. Medición de altura total en árboles sin ápice definido**

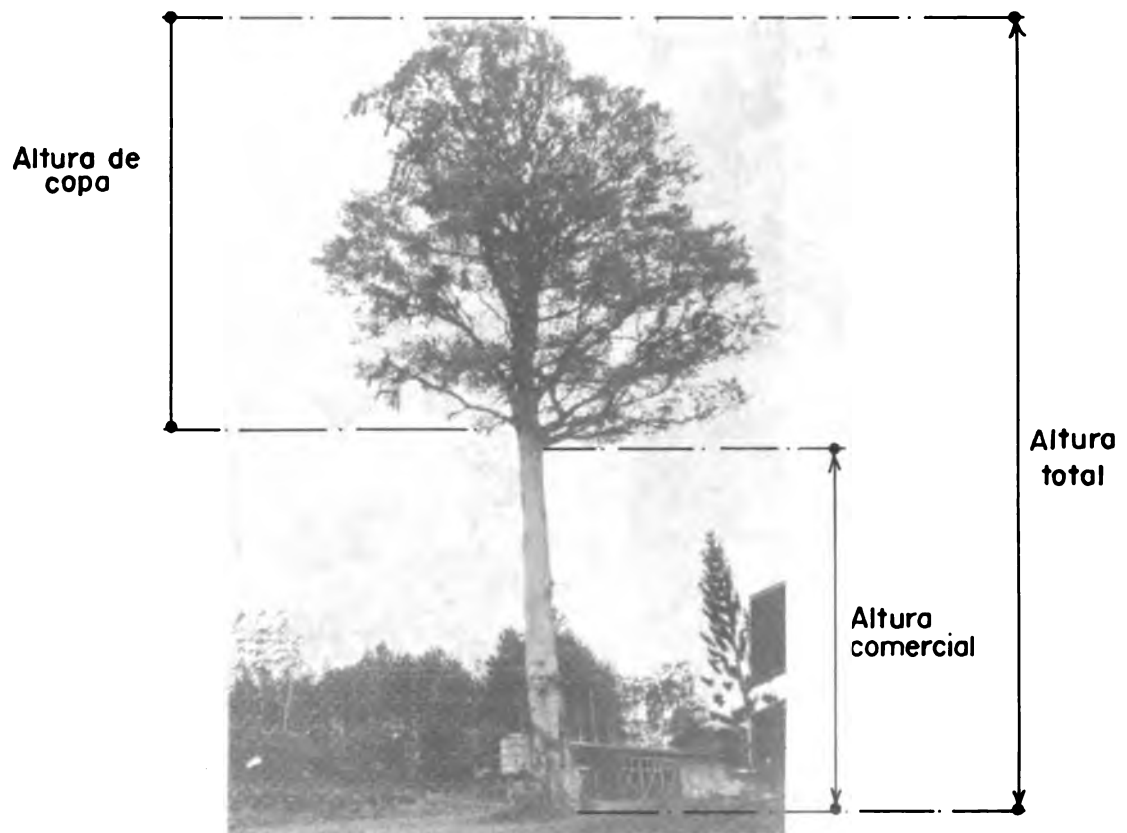


Figura 4. Medición de distintas alturas del árbol



Figura 5. Medición de altura en un árbol con dos ejes

Cuando se mide la altura total en especies como *Calliandra calothyrsus* y *L. leucocephala*, que desarrollan inflorescencias en la parte terminal de ejes y ramas, se considera sólo el eje sin incluir las hojas ni las inflorescencias, o se hace la evaluación en la época en que no hay inflorescencias (Figura 6).

### Cómo medir y anotar los distintos diámetros

En dasometría según el interés del investigador y los objetivos del trabajo se miden distintos tipos de diámetro en los árboles. Como norma los diámetros que se miden en el fuste y en las ramas deben tomarse y anotarse en milímetros completos y usar tres dígitos (siguiendo el sistema MIRA); ejemplos: 010 mm, 095 mm, 425 mm.

### Diámetro a la altura del pecho

Este diámetro (dap) se ha utilizado tanto para describir el árbol y su adaptación al sitio, como para estimar la producción de madera en volumen por árbol o por área.

Como norma, esta variable debe ser medida a 1.3 m del suelo, si el fuste presenta alguna irregularidad a esa altura, el diámetro se puede tomar 10 ó 15 cm más arriba, o donde el fuste sea uniforme (Figura 7). El técnico siempre debe pararse en la parte más alta de la pendiente si el terreno no es plano, y limpiar el fuste de lianas y musgos antes de hacer la lectura (Figura 7). Siempre se mide y anota en mm, aunque es normal en las publicaciones presentar los datos en cm con un decimal.

Si el árbol tiene más de un eje debe medir el diámetro de cada eje que salga por debajo de 1.3 m de altura. Primero, se mide el eje principal y luego los otros de acuerdo con la posición de los mismos, de abajo hacia arriba (Figura 8). Si los ejes salen de un mismo punto, mida primero el diámetro mayor y luego los de diámetro menor. Anote en la hoja de campo cada diámetro en el orden que los mide. Para obtener un diámetro promedio de ese árbol eleve al cuadrado cada diámetro por separado, súmelos y saque la raíz cuadrada; el resultado se puede utilizar como diámetro promedio. Ejemplo: un árbol de leucaena presenta tres ejes desde la base, al medirlos se obtuvo el siguiente diámetro promedio:

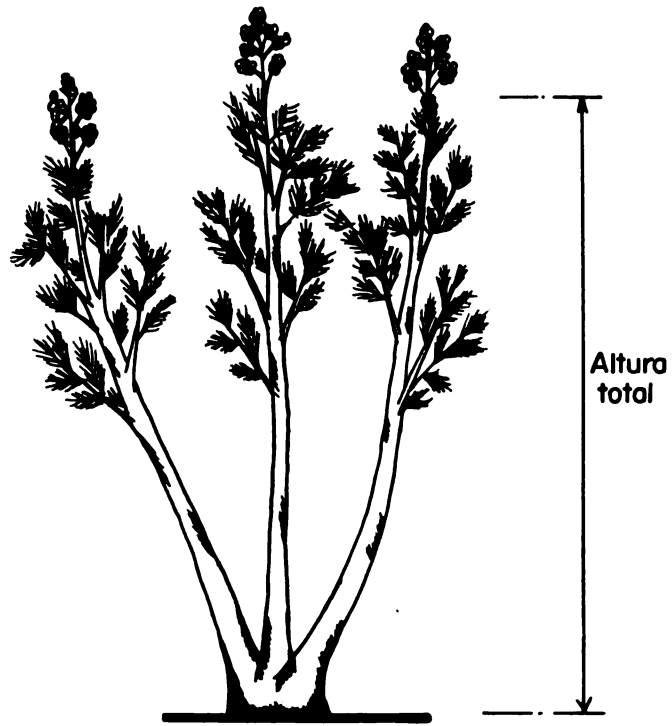
primer eje	105 mm
segundo eje	126 mm
tercer eje	97 mm

$$\text{dap} = \sqrt{105^2 + 126^2 + 97^2} = \sqrt{363.1} = 19.1 \text{ cm}$$

Hay especies como *C. calothyrsus* que por sus características arbustivas desarrollan muchos ejes desde la base. En estos casos es apropiado medir sólo el diámetro basal, y hacer las estimaciones de crecimiento y producción con base en este parámetro.

### Diámetro comercial

No es posible definir un diámetro comercial único, ya que éstos diámetros varían según los distintos productos y aún para un mismo producto entre países.



**Figura 6. Cuando mida altura total en árboles con inflorescencias terminales grandes, no tome en cuenta estas inflorescencias**

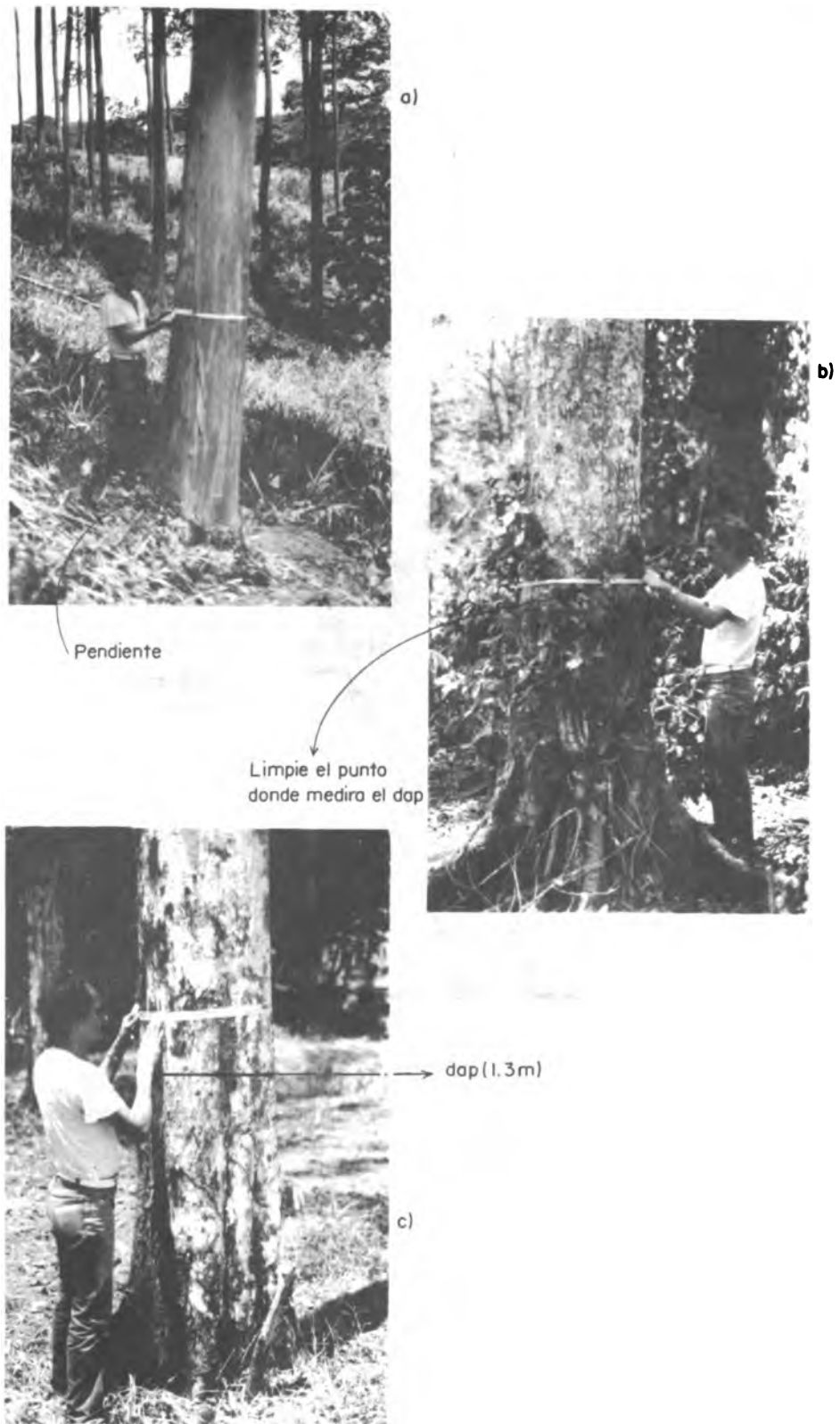


Figura 7. Medición del dap en: a) un árbol en terreno inclinado, b) un árbol con plantas adheridas al eje y c) un árbol con deformaciones a 1.3m de altura



**Figura 8. Si hay más de un eje, primero mida el eje 1 de diámetro mayor y luego el eje 2 de diámetro menor**

Para uniformar los sistemas se ha considerado que diámetros por debajo de 2.5 cm se cuantifican como follaje, y por arriba de 2.5 cm como leña u otros productos. No obstante cuando se están cuantificando productos y se usan diámetros distintos se anotarán siempre los diámetros máximos y mínimos para cada clase de producto. También es importante anotar si los diámetros que midió son con o sin corteza. Hay especies como el *P. caribaea var hondurensis*, que en ocasiones el volumen de corteza puede ser superior al 25% del volumen total del fuste.

### Diámetro basal

Esta variable se refiere al diámetro basal del árbol a 10 cm del suelo (Figura 9). Si se presenta más de un eje abajo de los primeros 10 cm, mida el diámetro basal de cada eje; luego, eleve cada valor al cuadrado, súmelos y extraiga la raíz cuadrada para obtener el diámetro basal promedio. Estos cálculos los debe realizar en la oficina. Los valores deben ser registrados en mm completos y con tres dígitos. Ejemplo: 060 mm, 130 mm.

Si por ejemplo, se mide un árbol con tres ejes desde la base, los valores de campo fueron 150 mm, 180 mm y 210 mm. Para obtener el diámetro basal promedio se procedió de la siguiente manera:

$$db = \sqrt{150^2 + 180^2 + 210^2} =$$

$$db = \sqrt{314.6} \text{ mm}$$

$$db = 13.3 \text{ cm}$$

### Diámetro de copa

El diámetro de copa usualmente se mide para conocer la cobertura de la especie, estimar producción de biomasa y follaje, leña o semillas.

Para medir esta variable se toma una cinta métrica entre dos personas, y se extiende la proyección de la copa primero en el sentido del diámetro mayor de la copa, luego se hace otra medición donde se forme la perpendicular con la primera medición (Figura 10). Sume los dos diámetros y divida entre dos para obtener el diámetro promedio de copa. Anote el valor en decímetros completos, con tres dígitos y sin decimales; ejemplo:

$$\text{Diámetro a} = 065 \text{ dm}$$

$$\text{Diámetro b} = 045 \text{ dm}$$

$$\Sigma 110 \text{ dm}$$

$$\text{Diámetro de copa} = \frac{110}{2} = 055 \text{ dm}$$

### Medición de diámetros a distintas alturas y diámetros sin corteza

Cuando se necesita determinar el volumen del fuste del árbol para conocer su valor para desarrollar tablas de volumen, la forma más precisa de hacerlo es midiendo distintos diámetros desde la base hasta el ápice, si interesa el volumen total, o hasta el diámetro menor que considere necesario. En el Capítulo 3 se describe en detalle el proceso de medición.





Deformaciones en  
las bases a 10cm

**Figura 9.** Medición de diámetro basal en árboles con deformaciones en la base o 10 cm.

La forma más práctica de hacer las mediciones es tumbando el árbol, y una vez sobre el suelo se miden los diámetros a distintas dimensiones o largos de troza. Cuanto más cortas sean las secciones más exacto será el valor que determine. Las secciones pueden ser de uno o dos metros de largo; cuanto más cilíndrico sea el fuste más larga puede ser la sección.

Para determinar el volumen de la madera aserrable, también debe medir, en cada punto donde mide el diámetro, el grosor de la corteza; ésta la puede medir haciendo una incisión en la corteza con un machete y el grosor de la corteza se mide en dos puntos opuestos y se anota el promedio. La Figura 11 muestra en forma esquemática el proceso.



**Figura 10. Medición del diámetro de copa**

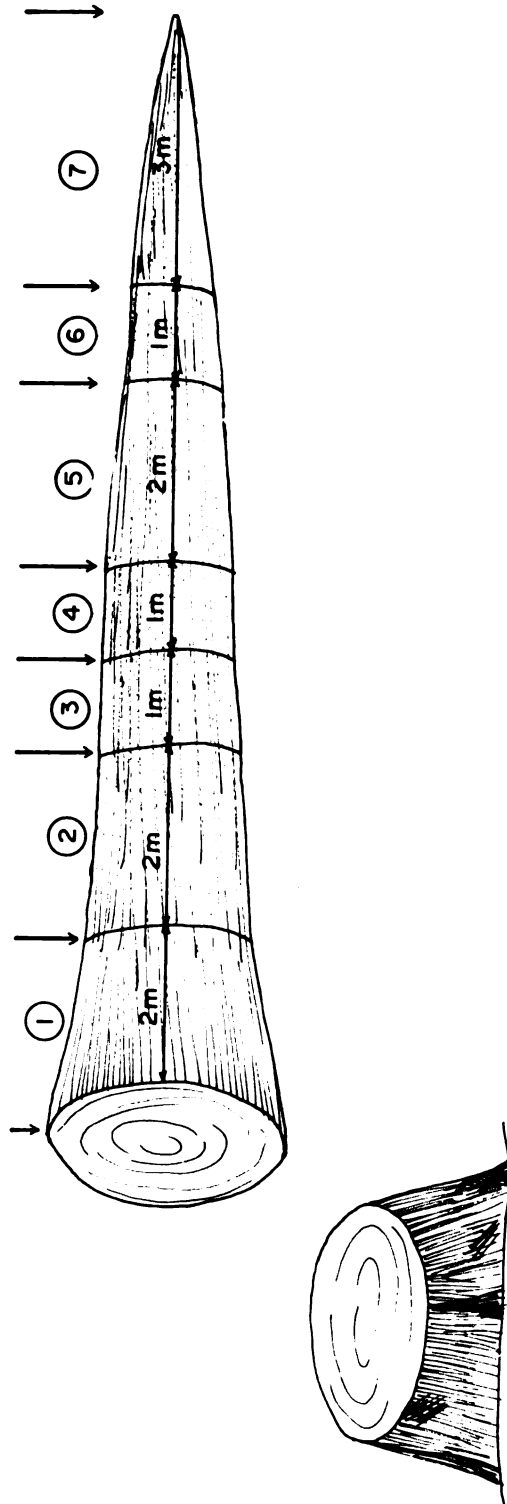


Fig. 11. Medición de diámetro del fuste y diámetro de corteza. En este caso el fuste se dividió en siete secciones, y se midieron siete diámetros; la última sección se toma como un cono

## CAPITULO 3

### CUANTIFICACION DE LOS PRODUCTOS DEL ARBOL

#### Importancia

Dado que hay un número grande de productos que pueden obtenerse de los árboles, y que cada país tiene su propio sistema para cuantificarlos y comercializarlos, es muy conveniente utilizar un solo sistema para facilitar la interpretación de los resultados, y comparar la respuesta de las distintas especies a nivel de la región.

La unidad más apropiada para expresar el rendimiento de un árbol o rodal es el peso seco expresado en kilogramos. Pero para que estos valores se puedan comparar deben ser expresados como peso constante seco al horno a 80<sup>o</sup> C. Si las cantidades son muy grandes hay que expresarlas en toneladas secas por hectárea.

#### Cuantificación de madera

La madera para aserrío se cuantifica en términos de volumen. Si la cuantificación del fuste total o parcial se hace para fines de investigación, o sea si se quiere conocer la producción de un árbol o rodal en un período de tiempo, el volumen debe ser expresado en metros cúbicos por árbol (m<sup>3</sup>/árbol), o metros cúbicos por hectárea (m<sup>3</sup>/ha) con o sin corteza a una edad definida. Si interesa cuantificar la producción anual o incremento anual, este debe ser expresado en metros cúbicos por hectárea por año (m<sup>3</sup>/ha/año) por ejemplo: un rodal de *E. deglupta* produjo con corteza 360 m<sup>3</sup>/ha de madera en un turno de ocho años, esto equivale a un incremento medio anual con corteza de 45 m<sup>3</sup>/ha/año.

Si la cubicación se hace por trozas en madera para aserrío o desenrollado para chapas, cada troza debe ser cuantificada en pies tablares. Un pie tablar equivale a una pieza de 1" × 1" × 1'. Para este cálculo se debe utilizar la regla internacional o la regla e Doyle; ambas utilizan el diámetro mínimo y el largo de la troza.

Para utilizar la regla internacional se puede considerar un grosor de sierra de 1/8 pulgada y trozas de 4 pies de largo; la fórmula para calcular el volumen es:

vpt = Volumen total en pies tablares

$$vpt = 0.22 d^2 - 0.71 d$$

Ejemplo: si la troza tiene 8 pies de largo dividida en dos trozas de 4 pies cada una, tome el primer diámetro mínimo, el cual para este ejemplo es 19.0 cm; el segundo diámetro mínimo a los 4 pies es 19.5 cm. La fórmula se desarrolla como sigue:

Primera troza de 4 pies  
Vpt = 0.22 (19.0)<sup>2</sup> - 0.71 (19.0)  
Vpt = 65.9 pies tablares

Segunda troza de 4 pies  
Vpt = 0.22 (19.5)<sup>2</sup> - 0.71 (19.5)  
Vpt = 69.8 pies tablares

El volumen total en pies tablares de la troza de 8 pies de largo es:  $65.9 + 69.8 = 135.7$  pies tablares.

Indique claramente si el volumen estimado ya sea en  $m^3$  o pies tablares es con o sin corteza; para estimar el volumen sin corteza tendrá que haber medido los diámetros sin corteza como se indica en el Capítulo 2. Si usa otra unidad de cubicación indique la equivalencia en las unidades ya mencionadas.

### **Volumen total**

Esta variable usualmente se utiliza cuando se realizan estudios generales de rendimiento de una especie, principalmente para producción de madera aserrable, pulpa para papel o producción de chapas.

El volumen total con o sin corteza se refiere al volumen total del fuste. Si el cálculo se hace en árboles en pie, el volumen se toma desde el nivel del suelo hasta el ápice terminal del árbol, o sea se considera la altura total. Si el árbol ha sido cortado, el volumen total se toma desde el punto del corte hasta el ápice terminal del árbol. Deben ser excluidas aquellas secciones del árbol que presenten pudriciones. No incluya árboles muertos. <sup>✓</sup> <sub>com</sub>

### **Volumen comercial**

Esta variable se cuantifica cuando se realizan estudios de rendimiento más específicos para producción de madera aserrable, pulpa para papel o chapas. Usualmente se realiza cuando los árboles han alcanzado dimensiones comercializables.

El volumen comercial con y sin corteza se refiere a la sección del volumen del fuste que puede ser utilizada para aserrar, moler o desenrollar. Se puede determinar en árboles cortados o en pie, y se considera desde el punto de corte hasta el diámetro menor que se defina como comercial. Este diámetro mínimo es muy variable y en parte depende del equipo industrial disponible y del producto deseado. Si se cuantifica esta variable también debe indicar con claridad el diámetro mínimo que utiliza. Si la troza presenta deformaciones en la base como aletones, pudrición, etc., o en algún punto a lo largo del fuste por bifurcación o ramas gruesas, cuantifique únicamente las secciones sanas y sin deformaciones grandes (Figura 12). <sup>✓</sup> <sub>com</sub>

Este tipo de cuantificación se realiza preferiblemente en parcelas de un décimo de hectárea, o planificando un muestreo en el que se consideren de 10 a 12 árboles por cada clase diamétrica, el número de clases diamétricas dependerá de los valores mínimos y máximos de dap del rodal.

### **Cuantificación de la producción de biomasa**

La forma más precisa de medir la capacidad de producción de un árbol o rodal en una área determinada y en un período de tiempo definido, es cuantificando la producción de la biomasa total o la biomasa total aérea. La biomasa total incluye el sistema radical, que también es parte de la producción del árbol, pero por razones de facilidad para aprovecharlo, o porque en algunas especies el tocón se utiliza para generar plantaciones nuevas por medio de rebrotes, el sistema radical y tocón no son aprovechados.

La biomasa total aérea se refiere a todos los componentes aéreos del árbol como madera, ramas, corteza, follaje, frutos o semillas y taninos en un determinado momento de la vida del árbol. La cuantificación se realiza en términos de peso seco a  $80^{\circ}C$  y se expresa en kilogramos por árbol, o

kilogramos por hectárea para cada componente o para el árbol total.

Este tipo de evaluaciones requieren de bastante trabajo y usualmente se practican en parcelas de 16, 25 ó 36 árboles, dependiendo de la uniformidad del rodal; cuanto menos uniformidad haya entre los árboles mayor debe ser el tamaño de la muestra.

La periodicidad de las evaluaciones varía según el o los objetivos de la investigación, y el producto de interés. Ejemplos:

Ejemplos:

Forraje = cada 3, 6 ó 12 meses

Tutores = cada 1 ó 2 años

Postes para cerca = cada 2, 3 ó 4 años

Postes para electrificación = cada 4, 5 ó 6 años

Leña o carbón = cada 1, 2 ó 3 años

Semillas = cada año

Madera = de 5 a 15 ó 20 años

Corteza (taninos) = cada año

Latex o resina = cada año

Si al cuantificar un producto, como por ejemplo leña, desea utilizar una unidad de comercialización local como raja, carga, carretada u otro, primero determine el peso y el volumen apilado (estéreo) que es la unidad estándar, y luego use la unidad local. La Figura 13 muestra cómo medir la producción de leña en estéreos.

### **Cuantificación de leña y biomasa en árboles grandes**

Si en la parcela predominan árboles con pesos tan altos que se dificulta la operación de pesaje aun seccionando el fuste, es conveniente usar otro método más práctico. Este método consiste en determinar primero el volumen del fuste y luego convertir ese volumen a peso seco, como se describe en el punto "Determinación de peso seco". Este peso se suma al peso de la copa del árbol, que incluye el peso de las ramas y el follaje; así obtendrá el peso total del árbol.

Para determinar el volumen del fuste utilice uno de los siguientes métodos:

a) Una vez medido el dap del árbol en pie túbelo y haga las mediciones del fuste necesarias para calcular el volumen utilizando las fórmulas de cubicación conocidas (Huber o Smalian y Newton). Una vez conocido el volumen del fuste y la gravedad específica promedio de la madera, convierta el volumen a peso como sigue:

$$\text{Peso del fuste} = \text{volumen del fuste} \times \text{gravedad específica promedio}$$

Obtenga el peso de las ramas y el follaje de cada árbol por separado, y luego súmelo para obtener el peso de la copa, a este peso se suma al peso estimado del fuste, de esta manera obtendrá el peso total de cada árbol de la parcela.

b) Utilice el formulario de tríos DRNR-7 (Anexo 4) para recoger la información del campo. Con este formulario se recopilan las dimensiones por ejes y ramas gruesas de cada árbol. Utilizando los programas del PSP\* VOLCALC y VOLREG que existen en el Centro de Cómputo del CATIE se

\* Programas del Paquete Estadístico Palmer (PSP) disponibles para "main frame" y microcomputadora.

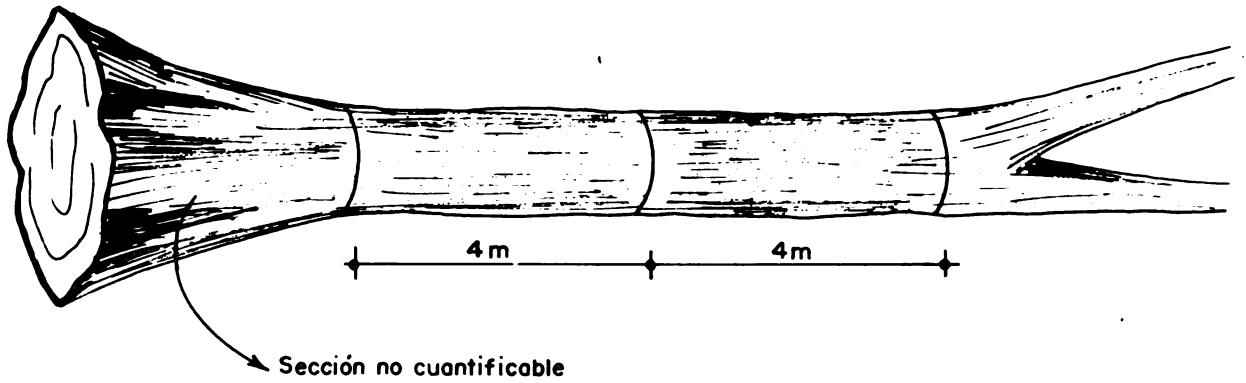


Fig. 12. Cuantificación del volumen de las secciones aserrables del fuste.

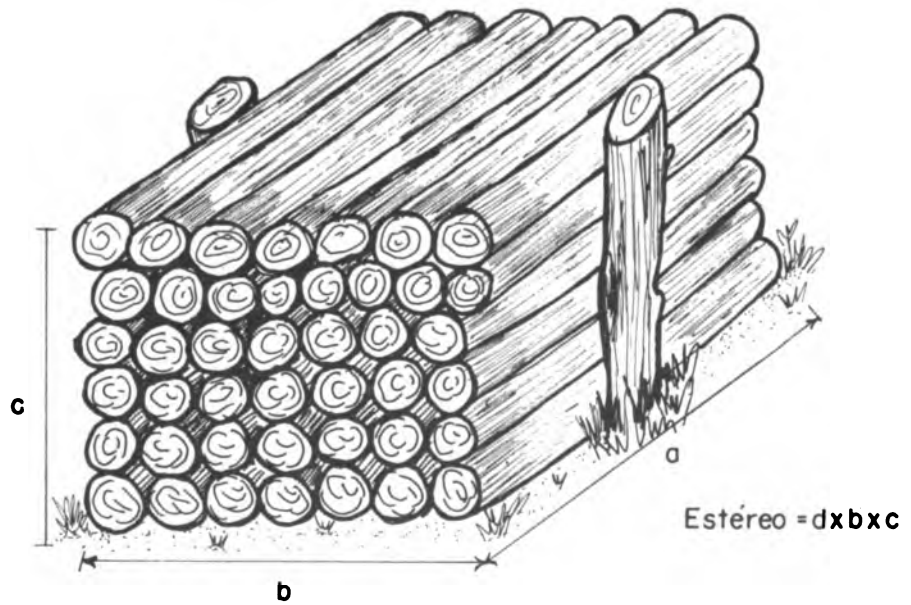


Fig. 13 Estiba para determinar la producción de leña estéreos

determina el volumen y ajustan los modelos para desarrollar las tablas de volumen (si va a utilizar el formulario DRNR-7, en el reverso del mismo se dan las explicaciones de cómo utilizarlo). Los programas prueban simultáneamente 15 modelos matemáticos (Anexo 5).

Determine la gravedad específica de la madera para obtener al final el peso verde de leña (como se indicó en el punto a).

En cada árbol, pese el follaje verde y súmelo al peso de leña estimado, para obtener así el peso total de biomasa verde del árbol. Ejemplo:

Ejemplo: 720 kg fuste + 150 kg ramas + 50 kg follaje = 920 kg peso verde total

Para poder realizar comparaciones válidas de rendimiento entre especies y entre sitios, lo correcto es expresar los rendimientos en peso seco por árbol o por hectárea de cada sección del árbol.

### **Muestreo para determinar peso seco.**

Ya definido el tamaño de la parcela que va a cuantificar, seleccione al azar para ser muestreado un árbol por línea en la parcela (Figura 14) y anote el número correspondiente en el formulario de campo por si eventualmente desea relacionar el peso con las dimensiones particulares de dicho árbol. Si la parcela es de 16 árboles ( $4 \times 4$ ), muestree cuatro árboles; si es de  $5 \times 5$  muestree cinco árboles, uno por línea.

Después de recopilar las dimensiones y peso del árbol que va a ser muestreado como se explicó en el punto anterior, obtenga muestras de aproximadamente 500 g de la siguiente manera (Figura 15):

a) Del eje o ejes, tome submuestras (discos) de 10 cm de espesor en la base, a la mitad del árbol y en la parte superior. Si con estas secciones no obtiene aproximadamente 500 g de peso verde, agregue otras secciones hasta completar los 500 g. Si los discos son tan grandes que con uno o dos obtiene los 500 g, divídalo en secciones (Figura 15 y utilice solo una de ellas. Dichas secciones del disco deben incluir parte desde la corteza hasta la médula.

b) Si está cuantificando las ramas por separado, obtenga una muestra aproximadamente 500 g compuesta de secciones de 10 cm de diferentes ramas. Si no está cuantificando las ramas por separado, incluya en la muestra del eje un 15% de muestras ramas.

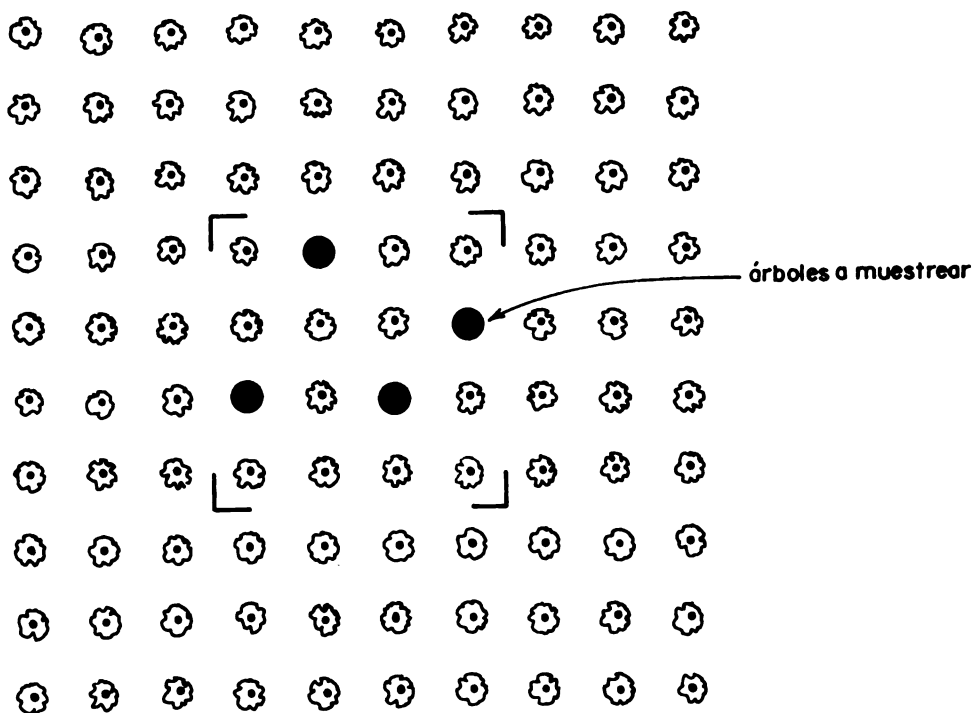
c) Desmenuce el follaje y obtenga también una muestra homogénea de 500 g.

Coloque en bolsas plásticas individuales cada muestra, identifíquela correctamente con el nombre de la sección del árbol a que pertenece (eje, ramas y follaje), número del árbol muestreado parcela y especie; cierre bien las bolsas para evitar pérdida de peso por deshidratación y llévelas rápidamente al laboratorio para determinar primero el peso verde exacto y luego el peso seco al horno. Si son varias parcelas mantenga la identidad de las muestras de cada parcela.

### **Determinación de peso seco.**

Tan pronto regrese del campo, determine el peso verde (PV) exacto de cada muestra en una balanza de precisión. Luego desmenuce la muestra de fuste y ramas en pedazos pequeños para





**Fig. 14.** Selección al azar de los árboles, que muestrearé en la parcela para determinar el peso seco

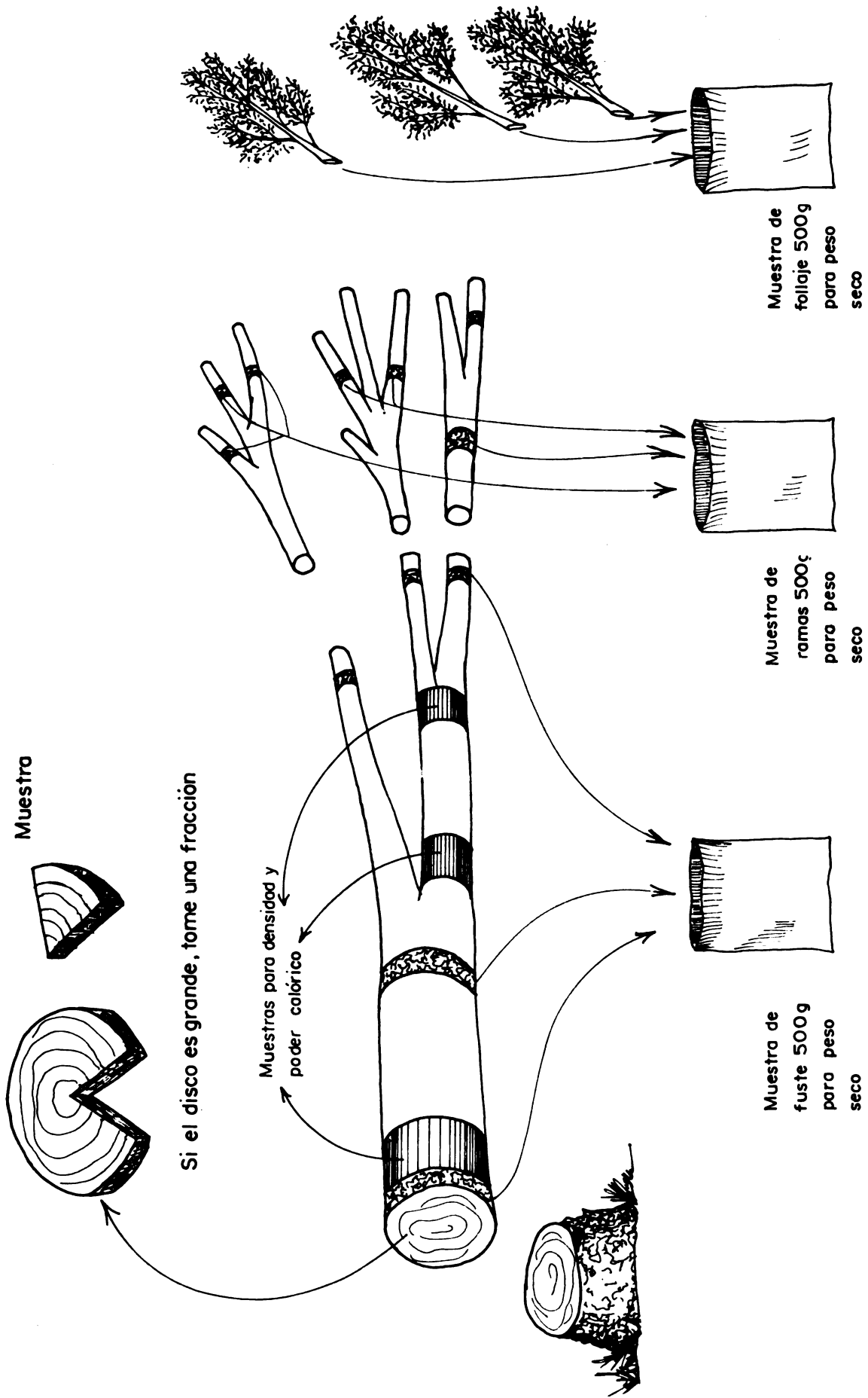


Figura 15. Toma de muestras para determinar peso seco, densidad y poder calórico

facilitar la deshidratación, y colóquela en una bolsa de papel conservando la identificación de cada sección y de cada árbol. Coloque las muestras en una estufa a 80° C hasta obtener un peso seco (PS) constante. Con el peso verde y el peso seco, determine para cada muestra la relación:

$$R = \frac{PS}{PV}$$

El Cuadro 4 presenta un ejemplo de cálculo de peso seco en una parcela de 25 árboles, donde fueron muestreados 5 árboles (uno por línea).

**Cuadro 4. Ejemplo de cómo determinar la relación peso seco/peso verde para eje, ramas y follaje con base en las muestras de campo**

Arbol muestreado	Peso verde (PV/g)			Peso seco (PS/g)			Relación (R) PS/PV			
	eje	ramas	follaje	eje	ramas	follaje	eje	ramas	follaje	
4	500	500	500	320	280	180	0.64	0.56	0.36	
9	500	500	500	340	295	90	0.68	0.59	0.38	
13	500	500	500	370	285	195	0.74	0.57	0.39	
17	500	500	500	350	280	175	0.70	0.56	0.35	
22	500	500	500	365	250	170	0.73	0.50	0.34	
							Σ	3.49	2.78	1.82
							$\bar{x}$	0.70	0.56	0.36

En forma individual para fuste, ramas y follaje, determine el promedio de la relación PS/PV, para los árboles muestreados en la parcela. Anote claramente estos promedios al pie del formulario de campo. Estos datos serán utilizados para transformar los pesos verdes de cada árbol de la parcela a peso seco. Esta transformación se puede hacer directamente en la microcomputadora.

Para determinar el peso seco de cada árbol en la parcela que está cuantificando, multiplique el promedio de la relación correspondiente (eje, ramas o follaje) por el peso verde correspondiente obtenido en el campo (Cuadro 5) luego súmelos para obtener el peso seco total del árbol. Sumando el peso seco total de todos los árboles se obtiene el peso total por parcela. Por simple regla de tres y usando la densidad actual de la plantación obtendrá el peso seco total por hectárea. Con la misma información podrá obtener el peso seco total por hectárea para el fuste, ramas o follaje.

**Cuadro 5. Ejemplo de transformación de peso verde a peso seco para cada árbol de la parcela muestreada**

Arbol Nº	Peso verde (kg)			Peso verde x R (kg)			Peso seco total (kg)
	eje	ramas	follaje	eje	ramas	follaje	
1	09.50	04.10	02.10	06.65	02.30	00.76	09.71
2	10.30	04.30	07.21	07.21	02.41	02.60	12.22

### Producción de forraje

Hay varias especies forestales que están siendo utilizadas y estudiadas para producción de forraje, tanto en zonas secas como en zonas húmedas. Algunas de estas especies son *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, *Erythrina poeppigiana* y *Guazuma ulmifolia*.

Para conocer la capacidad de producción de forraje de una especie hay dos aspectos básicos que deben ser cuantificados: a) capacidad de producción/ha/año en peso verde y en peso seco por árbol y por hectárea, y b) valor nutricional con base en peso seco.

Las especies forestales que se utilizan para forraje deben tener muy buena capacidad de rebrote, para realizar aprovechamientos periódicos por varios años. El primer aprovechamiento se realiza una vez que el árbol está bien establecido generalmente entre el primer y segundo año. Los aprovechamientos siguientes se realizan a intervalos de dos, cuatro o seis meses, dependiendo de la capacidad de rebrote de la especie, y evitando que el forraje se lignifique demasiado, y que el árbol se agote por cortas frecuentes.

Para cuantificar la producción de forraje en peso verde establezca una o dos parcelas permanentes de 16 ó 25 árboles en el rodal o cerca; haga los aprovechamientos con la periodicidad que considere conveniente y pese el material en el campo como se indicó en el punto anterior. Recopile la información en el formulario indicado para este fin según el sistema MIRA (Anexo 2). Si cosecha varias parcelas debe utilizar el promedio general para estimar la producción por hectárea o kilómetro de cerca.

Para determinar el valor nutricional del forraje, tome una muestra de aproximadamente 500 g de cuatro o cinco árboles por parcela, colóquela en una bolsa plástica y en el laboratorio determine el peso verde, luego séquela a 65<sup>o</sup> C para determinar el contenido de humedad. Para realizar los análisis químicos la muestra debe ser secada a 105<sup>o</sup> C y determinar los siguientes componentes que se deben reportar en porcentaje de materia seca.

Materia seca  
Proteína cruda  
Fibra cruda  
Ceniza  
Nitrógeno libre extractable  
Celulosa  
Lignina

Según la investigación también se puede determinar la concentración de minerales como: calcio, fósforo, magnesio, sodio, potasio, zinc, manganeso, hierro y cobre; los cinco primeros se reportan en porcentaje de materia seca, y los cuatro últimos en miligramos por kilogramo de materia seca.

### **Producción de postes**

Existen varias clases de postes, los más utilizados aparecen en el Cuadro 6. Aunque es posible dar dimensiones para algunos de ellos, lo cierto es que estas dimensiones varían según las necesidades del usuario. No obstante desde el punto de vista de cuantificación de la producción, es importante seguir un patrón; pero si por razones de las exigencias del mercado no es posible ajustarse a ellas, utilice las dimensiones que considere convenientes y especifíquelas claramente en el formulario de campo respectivo.

**Cuadro 6. Tipos de postes y algunas de las dimensiones más utilizadas**

<b>Tipos de postes</b>	<b>Clase</b>	<b>Diámetro menor (cm)</b>	<b>Largo (m)</b>
Conducción eléctrica	A	15.0	8.15
	B	15.0	12.70
	C	12.5	14.25
Construcción	A	5.0	3.0
	B	7.5	3.0
	C	10.0	3.0
	D	12.5	5.0
	E	12.5	6.0
Cerca	A	5.0	2.0
	B	7.5	2.0
	C	10.0	2.0
Puntales para banano	A	2.5	3.0
Tutores para agricultura	A	2.5- 5.0	1.5
	B	5.0-10.5	2.0

Para cuantificar la producción por hectárea de estos productos, utilice parcelas de 0.05 hectáreas (500 m<sup>2</sup>) y registre en el formulario correspondiente del sistema MIRA el número y clase de productos por árbol.

Los postes para conducción de líneas eléctricas deben ser sometidos a una fuerza lateral y soportar un módulo de ruptura de 540 ó 860 kg/cm<sup>2</sup> en seco, según la dimensión del poste, si los mismos no resisten esta fuerza, no pueden ser utilizados para ese fin.

La norma internacional de la ASTM\* dice que de cada especie debe tomarse una muestra de 50 postes de distintas plantaciones, y si más del 50% de los postes fallan en cualquier punto del eje longitudinal, los postes provenientes de esa zona deben ser descartado. El Centro Agrícola Cantonal de Turrialba, trabajando con *P. caribaea var hondurensis* de 18 años en Costa Rica, encontró que esta especie tiene un módulo de ruptura promedio de 477 kg/cm<sup>2</sup> con una desviación estándar de 97 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Producción de semillas**

Es muy importante cuantificar la producción de semillas de una especie para planificar el manejo de las áreas semilleras, organizar la recolección, procesamiento, almacenamiento y distribución de las semillas.

La producción de semillas varía de año a año entre sitios y dentro del sitio por muy diversos factores como sequía, lluvias fuertes, vientos fuertes, problemas sanitarios, roedores o como una característica de la especie de presentar periodicidad en la producción de semillas.

\* ASTM: American Society of Testing Materials.

Previo a la cosecha la producción de semillas debe ser estimada para tener una idea de los recursos que habrá que movilizar para colectarlas y procesarlas, y saber que parte de la demanda será cubierta. Una forma práctica de hacer la estimación, es que una persona con experiencia recorra cada plantación semillera, y estime la producción con base en las siguientes categorías de árboles:

- a. sin producción: árboles sin flores, ni frutos;
- b. poca producción: árboles del borde o libres con pocas flores o frutos;
- c. regular producción: árboles del rodal con poca producción de flores o frutos.

Para esto es necesario disponer de información sobre cantidad de frutos o semillas que puede producir un árbol; partiendo de esta base y utilizando las tres categorías anteriores y del número de árboles semilleros, se podrá tener una estimación de la producción.

Para realizar la cuantificación, hay que seleccionar 5 ó 10 árboles que estén separados uno del otro y marcarlos adecuadamente. Si la plantación es grande, se establecen dos o tres parcelas de 10 árboles y también se identifican adecuadamente. Antes de que inicie la recolección de semillas, limpie el piso alrededor del árbol o parcela, esto facilitará la recolección, y evitará la pérdida de semillas. Si las semillas son aldas, coséchelas antes de que empiecen a desprenderse del árbol.

Cuando se recolectan las semillas, asegúrese de anotar el peso fresco de cada recolección; después de limpiar las semillas y secarlas, anote el correspondiente peso seco. Este proceso debe hacerse tantas veces como recolecciones haga en el período. Al final, sume el total de la recolección de frutos y el total de las semillas secas, y determine la producción de semillas por kilogramo de frutos, los kilogramos de semillas por árbol, y los kilogramos de semillas por hectárea de plantación semillera, como se explica en el ejemplo siguiente: En un rodal semillero de *G. arborea* de 0.5 ha con 75 árboles, fue establecida una parcela de 10 árboles. Para cuantificar la producción de semillas, fueron realizadas cuatro recolecciones durante la época de cosecha; y la producción fue la siguiente:

Fecha de recolección	Frutos frescos (kg)	Semillas secas (kg)
12/3/88	10.5	4.2
18/3/88	12.9	5.3
30/3/88	18.5	7.9
15/4/88	3.2	1.5
<b>TOTAL</b>	<b>42.5</b>	<b>18.9</b>

La relación de semillas secas por kilogramo de frutos frescos es  $= \frac{42.5}{18.9} = 0.44 \text{ kg}$

La producción de semillas secas por árbol es  $= \frac{18.9}{10} = 1.89 \text{ kg/árbol}$

La producción de semillas en el rodal de 0.5 ha fue de aproximadamente:  $75 \times 1.89 = 141.7 \text{ kg}$ .

Para tener información confiable es muy importante realizar estas cuantificaciones todos los años por un período mínimo de cinco años.

## **Muestreo para calificar características de la madera**

Esta sección tiene como objeto, dar a conocer cuáles son los requisitos mínimos que deben reunir las muestras de madera, que son enviadas al laboratorio para el análisis de algunas de las características principales de la madera.

En el análisis de las características de la madera, no resulta práctico fijar valores para las distintas características, pues los valores máximos o mínimos varían según el uso que se le vaya a dar al producto.

Las variables que más frecuentemente se analizan son:

- densidad
- secado
- poder calórico (leña, carbón)
- productos químicos (extractivos)
- cenizas (leña, carbón)
- dimensión de las fibras (pulpa)
- propiedades físico-mecánicas

Para determinar la densidad en forma preliminar, usualmente se debe sacar un disco de 15 cm de espesor, a la altura de 1.3 m en tres árboles por sitio. Cada muestra debe ser colocada en una bolsa plástica con la identificación correspondiente, y enviarla lo antes posible al laboratorio.

Si se quieren analizar otras características deben tomarse las siguientes muestras de cada uno de los tres árboles (Figura 16):

- 1 disco de 25 cm de espesor a 1.3 m de la base;
- 1 disco de 10 cm de espesor inmediatamente después del primero;
- 1 troza de 2.5 m de largo inmediatamente después del segundo disco;
- 1 disco de 10 cm de espesor a la mitad del árbol;
- 1 disco de 10 cm de espesor a la altura comercial.

Los árboles que son seleccionados para ser muestreados deben ser bien representativos de la plantación

Cuando se toman las muestras también es necesario recopilar la siguiente información del sitio:

- edad de los árboles
- estado general del bosque
- procedencia de la semilla si es posible
- estado de manejo del bosque
- características generales del sitio
  - topografía
  - drenaje
  - precipitación media anual
  - temperatura media anual
  - número de meses secos

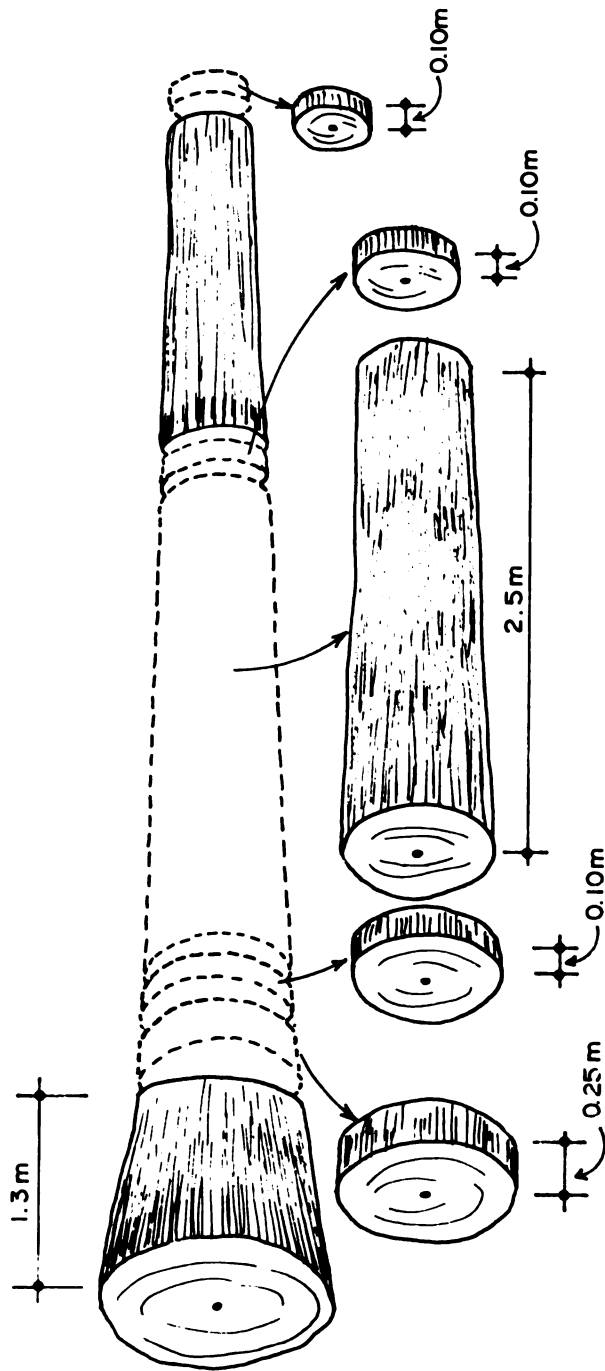


Fig. 16. Puntos de muestreo del fuste para analizar características de la madera



## **Cuantificación de otros productos forestales**

Como ya se ha indicado, de los árboles además de obtener una serie de productos tradicionales, es posible producir otros productos menos comunes, pero igualmente importantes para el hombre. Por lo tanto siempre es oportuno poder valorar la capacidad de las distintas especies, para producir algunos productos no tradicionales. Esta guía se limitará a mencionarlos y sugerir bibliografía, pero quien tenga interés en ellas puede revisar la literatura y seleccionar la metodología que considere apropiado para valorar estos productos.

Para medir la cantidad de sombra que proyecta un árbol o un bosque consulte:

Mann, J.E. Corry, G.L. y Sharpe, P.J.H. 1979. Light interception by isolated plants. *Agricultural Meteorology*. 204 (205-214).

Satlerlund, D.D. 1983. Forest shadows: How much shelter in a shelterwood? *Forest Ecology and Management*. 6: (27-37).

Quesada, F.; Somarriba, E.; Vargas, E. 1987. Modelo para simulación de patrones de sombra de árboles. Serie técnica N° 118. Turrialba, C.R. CATIE. 88 p.

Para medir la efectividad de una cortina rompe vientos, y estudiar los posibles diseños consulte:

Department of National Development Forestry and Timber Bureau. 1972. The use of trees and shrubs in the dary country of Australia. Australian Government. Camberra. 228-252.

Ernest J.G. 1955. Cultural practices for growing Shelterbelt trees on the Northern Great Plains. Technical Bulletin. 1138. U.S.A. Dept. Agriculture. 35 p.

Read, R. 1964. Tree windbreaks for the central great plains. Agric handbook <= N.250. Forest Service. 40 p.

Ferber, A. 1969. Windbreak for conservation. U.S. Dpto. of Agriculture. Soil conservation Service. Agriculture Information Bulletin 39. 68 p.

Para cuantificar la producción de resina, látex, caucho y gomas, así como algunos métodos de extracción consulte:

Forest Research Institute (FORI). Research program 1983-1987. College EAGUNA. 49 p.

Morrel, R. and Waele, A. 1921. Rubber, resins, paints and varnished. London. 236 p.

Ferrer, R. 1942. Industrias del caucho y otras materias plásticas. Barcelona. 363 p.

Howes, F.N. 1949. Vegetable gums and resins. Wartham, Mass. U.S.A. 188 p.

## CAPITULO 4

### ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS PARA ESTUDIAR EL COMPORTAMIENTO DE LAS ESPECIES

#### Importancia

En la investigación forestal, como en la mayoría de las ciencias naturales, siempre se trabaja con poblaciones grandes; y cuando se pretende describir alguna característica o características de esa población, lógicamente no resulta apropiado ni práctico evaluar cada una de las unidades de esa población. Por ejemplo, si se quiere conocer el rendimiento en volumen del *Eucalyptus deglupta* a la edad de 10 años, en una región donde la especie se ha plantando por varios años, primero es conveniente definir con claridad en que parte de esa población se tiene interés. En este caso la población está definida por todos los árboles de *E. deglupta* que tengan 10 años de edad en esa región. Esa población puede ser de cualquier tamaño. Si por ejemplo se trata de un pequeño rodal de 50 árboles, no habrá mayor dificultad en cuantificar cada uno de los 50 árboles. Si la población está formada por varios rodales que suman 20 a 30 ha, lógicamente no será posible evaluar en forma individual cada árbol en esa población.

Este es uno de los problemas frecuentes que debe enfrentar el técnico en silvicultura, y debe estar en capacidad de tomar la decisión más conveniente para asegurar que los resultados que obtiene sean valederos.

El objeto de este capítulo no es entrar a describir cada uno de los sistemas de muestreo, con su respectiva teoría estadística, sino ofrecer al técnico forestal una orientación simple de cómo establecer las parcelas en el campo, para estudiar las distintas características de crecimiento y rendimiento de los árboles.

Dentro de las especies de uso múltiple existe lógicamente muchas características y productos que pueden ser evaluados, según la especie. Así por ejemplo, para evaluar el crecimiento y rendimiento de *Gmelina arborea* para madera aserrada hay que establecer parcelas de mayor tamaño, que si se quiere evaluar el crecimiento y rendimiento de *L. leucocephala* o *G. sepium* para producción de leña. Estas especies tienen hábitos de crecimiento muy distintos, y los productos principales de interés también son distintos, por tanto la forma de evaluación no puede ser la misma.

Con el objeto de estandarizar los sistemas de cuantificación de algunas variables de interés, a continuación se describen los distintos tipos de parcelas que pueden ser establecidas.

Es conveniente aclarar primero que en la literatura, es posible encontrar información sobre este tipo de parcelas que van a ser descritas, pero éstas han sido definidas para condiciones distintas a las que prevalecen en la región centroamericana. En este medio, como en la silvicultura, apenas empieza a desarrollarse, lo que predomina son muchos rodales pequeños, árboles en línea, o árboles individuales, y es con este material con el que se debe trabajar para evaluar el comportamiento. De ahí que las técnicas de evaluación son distintas.

## Parcela permanente

La parcela permanente es una unidad de investigación, que se establece para evaluar en forma periódica, y por el turno parcial o completo, el comportamiento de una especie en determinado sitio.

Las parcelas pueden ser de 36 a 49 árboles útiles, y dejar un borde de una o dos líneas; pero si el rodal es muy pequeño y hay interés en conocer la respuesta de la especie en ese sitio, la parcela puede ser de 16 ó 25 árboles (Figura 17). Siempre es conveniente que sea cuadrada, pero también puede ser rectangular.

A través de la evaluación periódica se busca conocer cuál es la curva de crecimiento o rendimiento de la especie. Los períodos de evaluación varían según la especie; así por ejemplo, para *L. leucocephala*, que es una especie de crecimiento rápido y turno corto, se pueden realizar evaluaciones cada año, principalmente al final de la época seca. Para *E. deglupta* y *G. arborea* las evaluaciones pueden ser anuales los primeros cinco años y luego cada dos o tres años hasta el turno final que es de 12, 15 ó 20 años. Para *P. caribaea* y *B. quinata*, se pueden realizar evaluaciones anuales los primeros cinco años, y luego cada tres o cinco años hasta el turno final que puede ser de 20 a 30 años. Cada árbol de la parcela debe estar perfectamente identificado en el campo y en el plano de la parcela, de esta forma en cada medición no se alterará el orden de medición (el árbol 1 siempre será el mismo y el 36 también), así será más fácil revisar los datos de campo. Si un árbol se muere o es cortado, mantenga la numeración original y anote en el formulario de campo los árboles que faltan como “-99”. Ejemplo:

Arbol Nº	dap (mm)	Altura dm	
1	150	080	
2	165	091	
3	-99	-99	árbol muerto
4	205	110	
5	-88	-88	árbol cortado
6	185	115	

Para determinar con más seguridad el comportamiento de una especie en una área, no basta con establecer una o dos parcelas permanentes, es necesario montar una red de parcelas en cada una de las distintas condiciones de sitio en que se encuentre creciendo la especie. Por ejemplo, hay que establecer parcelas en los sitios más bajos, intermedios y altos; sitios planos y quebrados; sitios fértiles, y poco fértiles. Por lo menos hay que establecer de tres a cinco parcelas en cada condición. Si una plantación grande presenta varias condiciones de sitio, es necesario establecer una o dos parcelas en cada una de las condiciones .

## Parcela temporal

La parcela temporal es una unidad de investigación que se establece en forma ocasional y se evalúa sólo una vez.

En ocasiones, cuando se estudia el comportamiento de una especie en una región, haciendo uso de información de parcelas permanentes, y ésta no es suficiente para desarrollar curvas de crecimiento confiables, o se quieren desarrollar índices de sitio, hay que recurrir al establecimiento de parcelas temporales en los sitios donde la especie esté creciendo y que se consideren de interés. Al graficar esta nueva información, el técnico forestal podrá tener una idea más clara de la respuesta de

la especie en esa región. Por ejemplo, para conocer el comportamiento del *E. deglupta* en Costa Rica, fueron establecidas 33 parcelas temporales en 25 sitios.

La Figura 18 muestra la distribución de los promedios del crecimiento en altura total con respecto a la edad de los árboles.

En cada parcela temporal, al igual que en la permanente es necesario recopilar la información del sitio con respecto al clima y hacer un muestreo de los suelos para realizar los análisis físicos y químicos según los formularios 7, 8, 9, 10 y 11 del Sistema MIRA (Anexo 2).

Los análisis de suelos deben ser realizados siempre en el mismo laboratorio y solicitar la información ya descrita en los formularios (caracterización del suelo).

El tamaño de cada parcela temporal también debe ser de 16, 25 a 36 árboles, dejando un borde de una o dos líneas. La forma puede ser cuadrada o rectangular. En la parcela temporal al igual que la permanente, es necesario recopilar en la hoja de historial: localización, origen del material, sistema de plantación, densidad de plantación, historial de mantenimiento y manejo. Esta información es importante para interpretar la respuesta de la especie.

### **Parcela de aprovechamiento**

Como ya se indicó anteriormente, es necesario entender que hay diferencia en el sistema para cuantificar biomasa o productos específicos, entre árboles maderables de porte alto (pino, teca) o árboles de porte bajo (leucaena). Estas diferencias están básicamente en las dimensiones de los árboles.

En caso de árboles maderables de porte alto, se recomienda en lugar de establecer una o varias parcelas, hacer un muestreo por clases diamétricas. Primero se determinan el diámetro mínimo y máximo de la población; luego se determina el rango entre los dos extremos; posteriormente el rango se divide en clases diamétricas. La amplitud de cada clase depende del grado de precisión que se quiera. Una vez definido el número de clases y su amplitud, se define cuántos árboles desea muestrear usualmente se distribuyen de ocho a diez por cada clase. Este número también depende del grado de precisión deseado y los recursos disponibles.

En términos muy generales se podría sugerir establecer entre cinco y ocho clases diamétricas, y entre ocho y diez árboles por cada clase; o sea una muestra entre 40 y 69 árboles, que son suficientes para definir curvas, rendimientos en volumen y desarrollar modelos de predicción. El ejemplo siguiente ilustra el proceso:

Para cuantificar la producción en volumen de *E. deglupta* en una plantación, primero se identificó el diámetro mínimo que fue de 12 cm y el máximo de 42 cm. En este caso el rango fue de 30 cm ( $42 - 12 = 30$  cm), el cual se puede considerar como bastante amplio, y se tomó la decisión de hacer seis clases diamétricas con intervalos de 5 cm; en cada clase se apeó y midió un mínimo de ocho árboles. Después de localizar los árboles en el rodal, tumbarlos y cuantificarlos, la distribución de la muestra quedó como se muestra en el Cuadro 7:

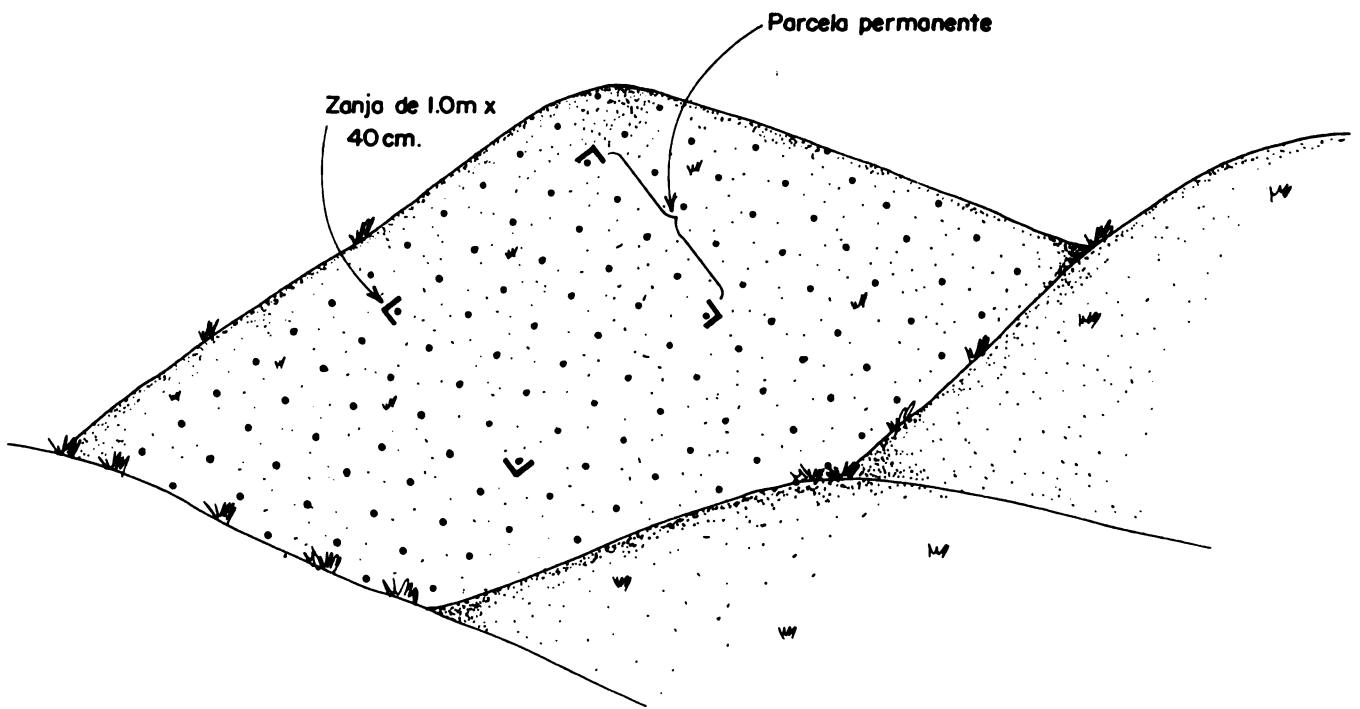


Fig. 17 Parcela permanente de 30 árboles. Las esquinas se delimitan con zanjas de 1.0m x 40cm de profundidad

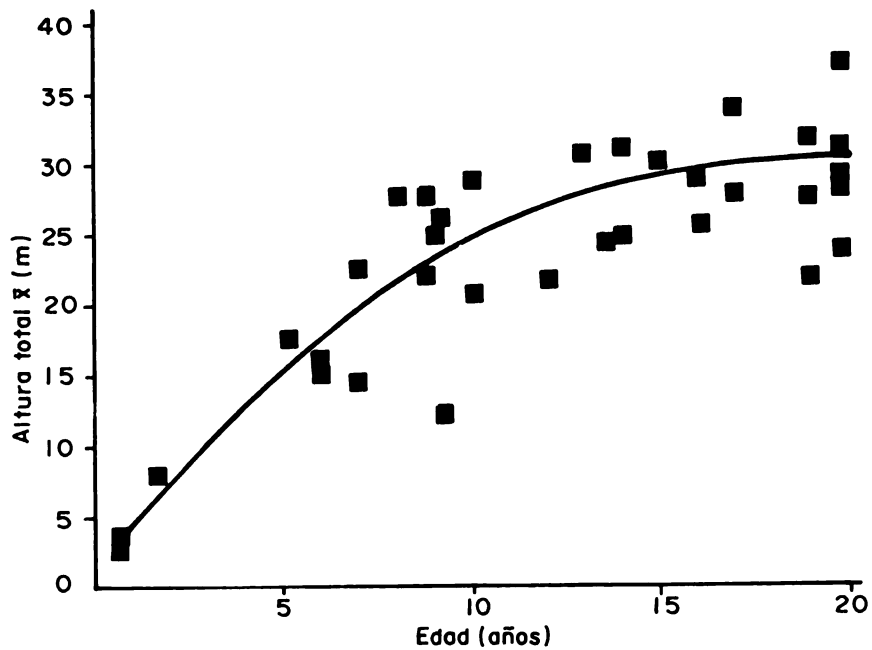


Fig. 18. Crecimiento en altura total del Eucalyptus deglupta en Costa Rica, base a parcelas temporales (Silvoenergía No. 27)

**Cuadro 7. Muestreo para cubicar árboles de *E. deglupta***

Clase diamétrica (cm)	dap $\bar{x}$ (cm)	Número de árboles muestreados
12 ≤ 17	15.6	8
>17 ≤ 22	19.3	7
>22 ≤ 27	24.8	9
>27 ≤ 32	30.1	6
>32 ≤ 37	36.4	7
>37 ≤ 42	40.9	8

En total fueron cuantificados 47 árboles.

Si en la región existen varias plantaciones, es conveniente muestrear de igual forma las que sean más representativas de cada clase de sitio. Con esta información podrán desarrollarse las ecuaciones necesarias para construir los distintos tipos de tablas de volumen y tablas de rendimiento.

Cuando se trata de árboles para postes, leña o forraje la cuantificación debe hacerse en parcelas completas de 16, 20 ó 25 árboles, según la variación que presenta la plantación. Cada parcela debe ser ubicada en la parte más representativa del rodal. Si el rodal presenta diferencias de sitio, es conveniente establecer una parcela en cada clase de sitio.

#### **Parcela para estudiar rebrotes**

En el caso de especies para leña o forraje que rebroten, las parcelas pueden ser permanentes o temporales, según haya interés en continuar cuantificando los productos en turnos futuros para conocer la capacidad de producción y recuperación de la especie. Si las parcelas son permanentes, hay que identificarlas muy bien en el campo y en el archivo de datos correspondiente. La parcela puede ser de 16 a 25 tocones y de forma cuadrada o rectangular, siempre y cuando tenga borde.

Si se trata de evaluar rebrotes en un rodal cortado completamente, la o las parcelas pueden ser establecidas en el borde o centro del rodal; pero si lo único que se va a cortar es una o más parcelas y se quiere utilizarlas para cuantificar rebrotes, éstas deben ser establecidas en los bordes del rodal, de lo contrario la sombra de los árboles vecinos no permitirá a los rebrotes desarrollarse normalmente (Figura 19). Es necesario dejar por lo menos dos líneas de borde.

#### **Parcela en cercas vivas**

Es frecuente encontrar especies como *G. sepium*, *B. quinatum*, *T. grandis*, *E. deglupta*, etc. plantadas como cercas vivas (que es otra excelente alternativa para producir forrajes, leña o madera en las fincas). El comportamiento de los árboles en este sistema, también debe ser evaluado para conocer la capacidad de producción de la especie.

En estas cercas usualmente el material es bastante irregular, por lo que es necesario seleccionar las secciones de cerca más representativas (uniformes o no). Las parcelas no deben ubicarse cerca de árboles grandes que proyecten sombra, cerca de riachuelos o quebradas, o en sitios con mal drenaje; estos factores afectan la respuesta de los árboles.

Las parcelas pueden ser de 20 ó 25 árboles. Parcelas más grandes podrán introducir variaciones de sitio importantes (Figura 20).

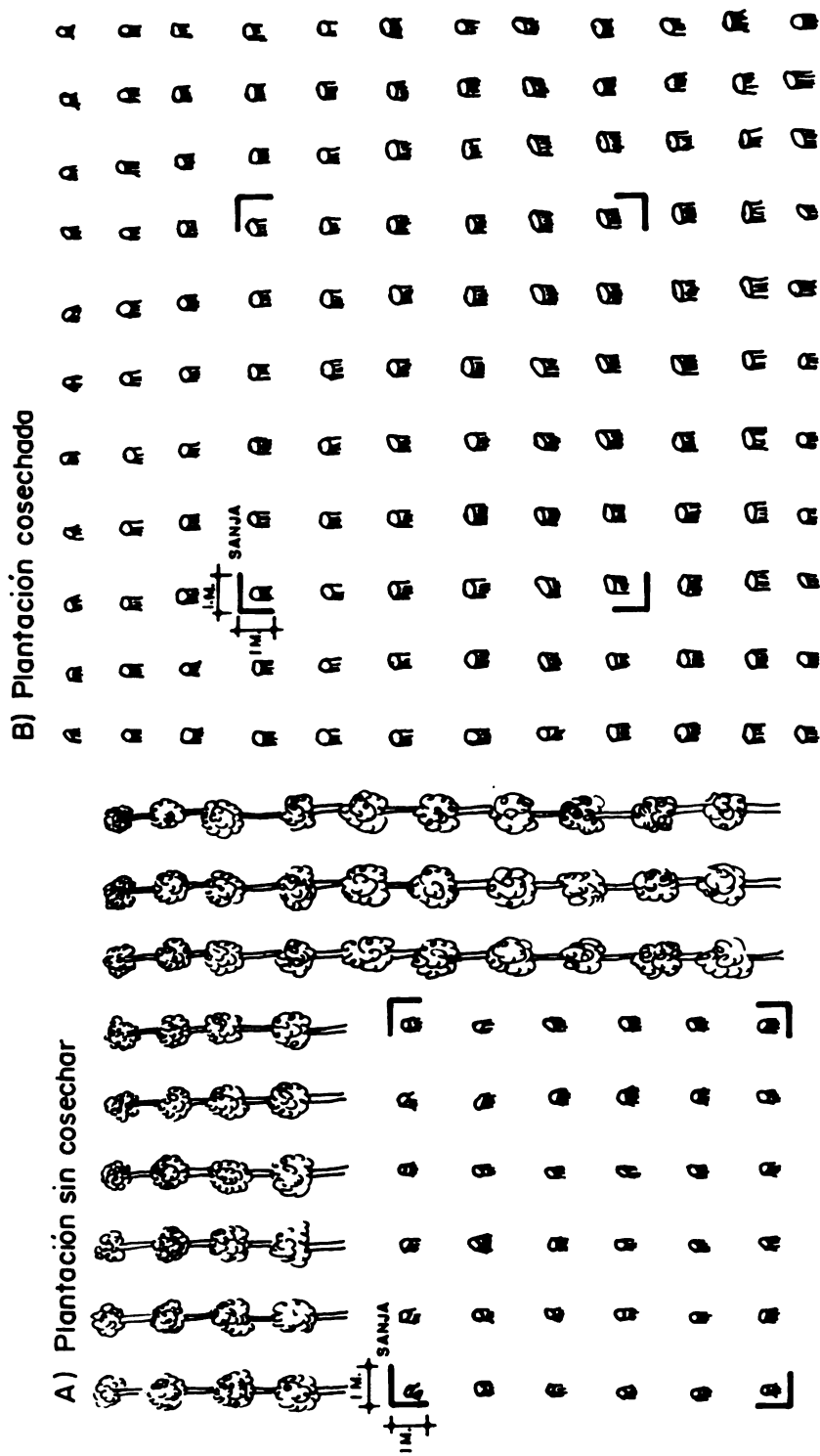


Fig. 19. Ubicación de parcelas permanentes para evaluar rebrotes en plantaciones  
 A) sin cosechar , B) cosechada

Si la parcela se establece en una cerca vieja que se ha venido cosechando periódicamente, es conveniente primero uniformar el material cortando la cabeza que se forma en el poste (Figura 21), de esta forma el punto de donde saldrán los rebrotes será más uniforme.

### **Parcela en cortinas rompevientos**

La cortina rompevientos es otro componente forestal de la finca, que además de ayudar a controlar la velocidad del viento, debe convertirse en fuente de distintos productos forestales. Desde este punto de vista también es importante evaluarlas.

Las cortinas rompevientos pueden ser diseñadas en forma muy simple o compleja, según la velocidad de los vientos en el sitio, y la exigencia de los cultivos que se desea proteger; así pueden construirse sólo con una o dos líneas paralelas de árboles de la misma especie; con dos líneas centrales de una especie de porte alto, dos líneas medias con una especie de porte bajo. Es importante entender que cada especie forestal necesita ser manejada en forma distinta para mantener la efectividad permanente de la cortina (Figura 22).

Las cortinas, al igual que las cercas, son largas, y por lo tanto ocupan condiciones de sitio distintas; para establecer la parcela, ya sea temporal o permanente, hay que seleccionar la sección y representativa.

Las parcelas pueden estar formadas por 25 ó 30 árboles de cada especie, o sea, por una sección de 15 ó 20 árboles en cada línea. Si la cortina tiene dos o tres especies, los datos de cada especie deben ser anotados en registros separados con la identificación respectiva.

Como en los casos anteriores es muy importante recopilar toda la información del sitio, origen de las semillas, sistema de plantación y manejo de la cortina.

### **Cuantificación de árboles individuales**

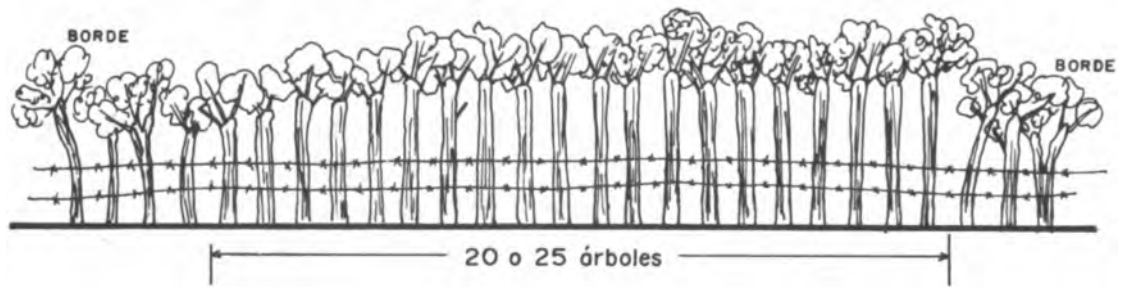
En algunas regiones, principalmente donde la actividad forestal no ha logrado un desarrollo importante, es frecuente encontrar árboles aislados de diversas especies plantados en huertos caseros, en los campos de cultivo o potreros.

La información que pueden suministrar estos árboles individuales es muy importante, para tomar decisiones que permitan una planificación mejor de las investigaciones, o fomentar la reforestación.

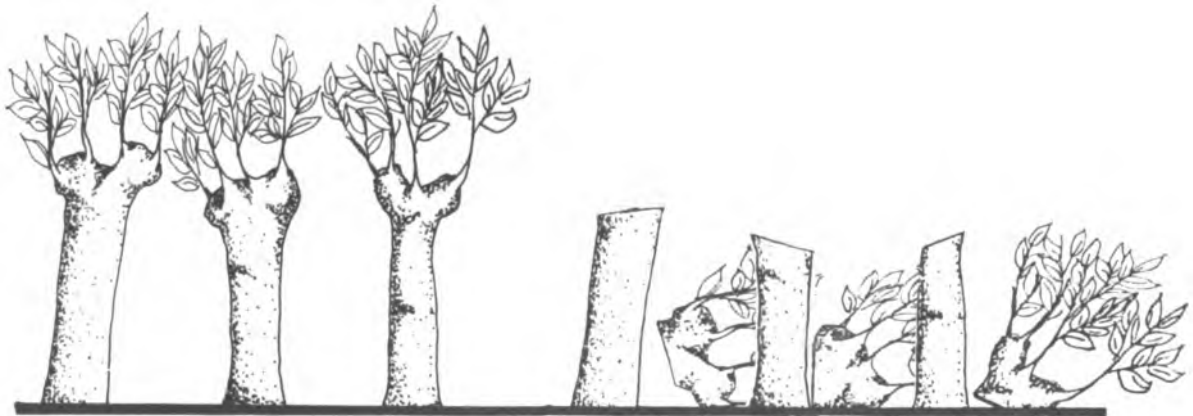
Para medir estos árboles es necesario tomar cada finca o grupo de fincas contiguas como una sola, y evaluar hasta un máximo de 25 ó 30 árboles siempre que sean de la misma edad y la misma procedencia. Es importante describir si la copa del árbol ha sido manejada, o se han eliminado ejes. Además de los parámetros de crecimiento es importante registrar el diámetro de copa, grosor de ramas y bifurcaciones.

Si alguno de los árboles está en una condición de sitio especial, debe indicarlo en el formulario de campo respectivo (Anexo 2).





**Fig. 20** Establecimiento de parcela permanente en cerca viva



**Fig. 21** Uniformar las cabezas de los postes para establecer la parcela permanente

## Parcela en un sistema agroforestal

Dado el complejo grado de interrelaciones que ocurren en un sistema agroforestal, no es sencillo hacer una evaluación precisa de cada componente en forma aislada, sin considerar su relación con los otros factores; hay que entender que la respuesta de un componente es el resultado de la influencia de los otros componentes.

Desde el punto de vista forestal interesa medir el comportamiento de este componente en el sistema; por ejemplo, cuánto crece el árbol, cuánta leña, forraje o biomasa produce, cómo responde a los distintos sistemas de manejo, etc., cuando se le combina con cultivos agrícolas o con animales.

Las parcelas pueden ser cuadradas, rectangulares o lineales con 20 a 25 árboles.

Las evaluaciones se pueden realizar después de la cosecha de cada producto agrícola, para determinar la influencia del cultivo sobre el componente arbóreo o viceversa.

Las parcelas deben ser establecidas en las distintas condiciones de suelo, distintas densidades de plantación y distintos sistemas de manejo de los cultivos.

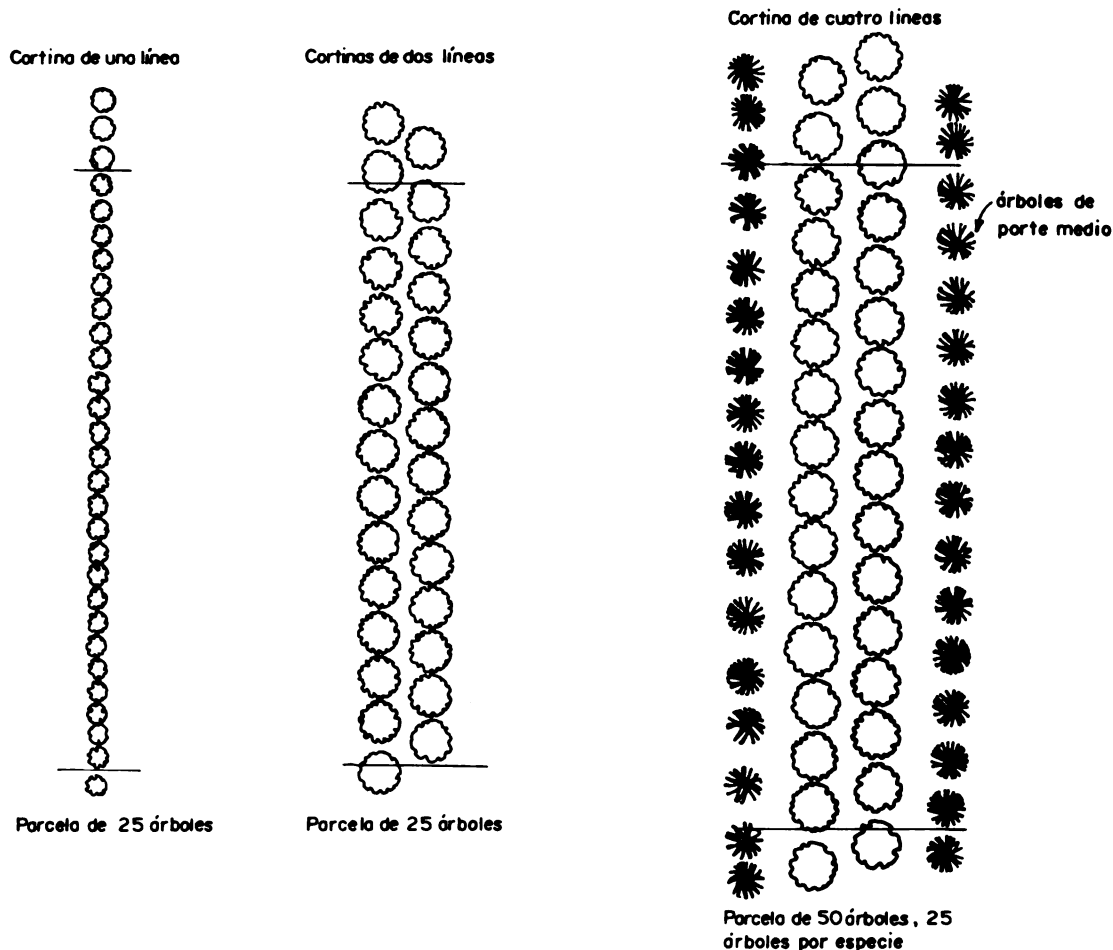


Fig. 22 Establecimiento de parcelas permanentes en cortinas rompe vientos.

## CAPITULO 5

### COMO ESTABLECER ENSAYOS FORMALES

#### Generalidades

Es necesario establecer la diferencia que existe entre la información que se obtiene de la parcelas permanentes y temporales, y la información que se obtiene de ensayos formales. En el primer caso la información simplemente indica el comportamiento o respuesta de una especie a una condición específica, la cual, si es analizada por un período largo, permite conocer la respuesta de esa especie a través del tiempo. Estas parcelas pueden o no estar repetidas, y esto depende de la disponibilidad del área para establecerlas, y del interés del estudio. Si están repetidas, los resultados tendrán mayor confiabilidad, y permitirán hacer inferencias no sólo con respecto a edad, sino también respecto a sitios.

Se le da el nombre de ensayo formal al experimento donde se someten a prueba varios tratamientos en forma simultánea y que tienen un diseño estadístico preestablecido, los cuales son repetidos más de dos veces en el mismo sitio. Un ensayo formal con un diseño estadístico comprende factores, niveles y repeticiones. Los factores corresponden al tipo de tratamiento; por ejemplo, si va a probar densidades, tendrá el factor densidades; los niveles corresponden a las distintas densidades que probará (tratamientos); las repeticiones, con el número de veces que se repitan los niveles en el ensayo.

Debido a que en estos ensayos usualmente se prueban de tres a diez o más tratamientos en un solo bloque o repetición, el área que necesitan para ser establecidos es relativamente grande, dependiendo del tamaño de cada parcela; mientras mayor sea el área de la parcela, mayor será la variación en las condiciones del sitio; esto impide que se pueda hacer una comparación confiable de la respuesta de los tratamientos aplicados. Para reducir este error experimental hay que repetir cada bloque tres, cuatro, o cinco veces, según el material y el espacio disponible, y según las características del sitio. Cuanto más uniforme sea el sitio, menor puede ser el número de repeticiones; siempre hay que procurar que no sean menos de tres o cuatro.

Los tratamientos que se quieren someter a prueba deben ser cuidadosamente seleccionados, primero para que puedan dar una respuesta al problema planteado y segundo, para que las respuestas puedan ser comparadas a través de los análisis. Si estas condiciones no se dan, el ensayo como tal no tiene razón para ser establecido. Por ejemplo, si el objetivo es seleccionar especies para producción de madera para aserrío, no hay ninguna razón para incluir en el ensayo una especie como *Leucaena* o *Calliandra*, pues éstas no son especies para aserrío. Si el problema planteado es el contenido de fósforo en el suelo, no tiene sentido probar tratamientos donde se varían las cantidades de nitrógeno y se mantiene fijo el de fósforo. En un ensayo de control de malezas no es correcto usar como testigo un tratamiento que sea cero control, ya que el árbol siempre necesita algún tipo de limpieza de malezas.

En el campo forestal, por el largo período de crecimiento y maduración de los árboles es normal que los ensayos tengan una duración larga o relativamente larga, comparada con otros cultivos. Esta característica tiene algunas implicaciones que hacen que los ensayos forestales sean muy diferentes a otros cultivos, y que haya necesidad de tomar una serie de precauciones para garantizar el éxito del mismo. A continuación se puntualizan algunas de estas precauciones:

- Si el terreno está compactado hay que rotarlo (si no se quiere conocer el efecto de la compactación).
- Si hay pendiente, los bloques deben ser establecidos en forma perpendicular a esa pendiente (Figura 23).
- Si hay obstáculos en el terreno (troncos, rocas, zanjas) los bloques deben ser ajustados adecuadamente, siempre tratando de reducir la variación del sitio dentro del bloque (Figura 24).

Si no puede evitar estos problemas, hay que seleccionar otro sitio. Si persiste en establecer el ensayo en un sitio inadecuado los resultados no tendrán validez.

- Es muy importante estar seguro de que después de establecido el ensayo el propietario del terreno no vaya a querer destruirlo para dale otro uso al sitio. También el sitio debe estar exento de posibilidades de inundaciones, o posible trazado de carreteras.

### **Ensayos de eliminación de especies**

Estos ensayos se establecen cuando en la región no se sabe qué especie plantar, o cuando se cuenta con un grupo grande de especies que se desea someter a prueba para uno o más fines (leña, carbón, postes, forraje, etc.).

Estos ensayos deben ser establecidos por lo menos en dos o tres de los sitios que sean más representativos de la región donde se quiere realizar la reforestación.

Es de gran importancia seleccionar las plantas mejores para el ensayo, realizar todas las operaciones de establecimiento y mantenimiento a tiempo, dar la protección adecuada, y realizar las mediciones en el momento preciso.

Se debe tener el cuidado de no incluir en el mismo ensayo especies con hábitos de crecimiento distintos; esto provocaría una competencia inapropiada de una especie sobre otra, enmascarando así el verdadero comportamiento de las especies en estudio. Por ejemplo, no se debe mezclar en el ensayo coníferas con latifoliadas, pues estas últimas, por sus características de crecimiento y copa amplia, tendrán un efecto dominante sobre las coníferas. Tampoco es posible mezclar latifoliadas de crecimiento rápido y porte alto, como eucalipto, teca, melina, etc. con especies arbustivas o de crecimiento lento, como gliricidia, calliandra, guácimo, o leucaena. Las especies deben ser agrupadas según sus hábitos de crecimiento y establecer los ensayos separadamente.

Para comparar las especies se puede utilizar un diseño de bloques completos al azar, o bloques incompletos al azar, con tres o cuatro repeticiones, y parcelas útiles de 25 a 36 árboles con una línea de borde.

El siguiente ejemplo muestra un caso típico de prueba de eliminación de especies, donde se quiere seleccionar especies para producción de madera y postes. La región de interés cuenta con una época seca bien definida; existen en todo el área tres condiciones de suelo bien definidos: a) suelos planos fértiles, b) suelos planos poco fértiles, y c) pendientes poco fértiles. Fueron seleccionadas las siguientes especies: *P. quinata*, *G. arborea*, *T. grandis*, *E. camaldulensis*, *E. grandis*, *A. mangium* y *T. ivorensis*, para seleccionar las más sobresalientes.

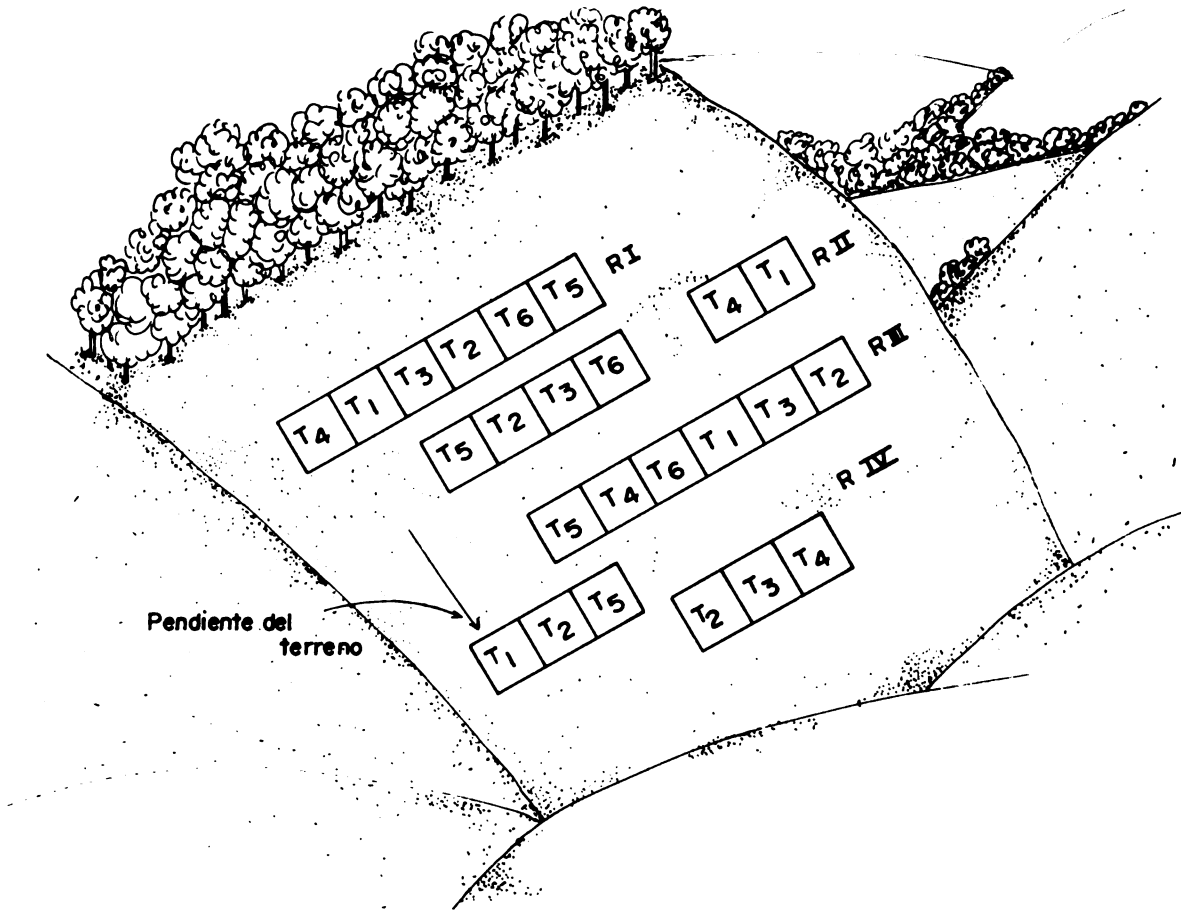


Fig. 23 Distribución de los bloques en un sitio con pendiente

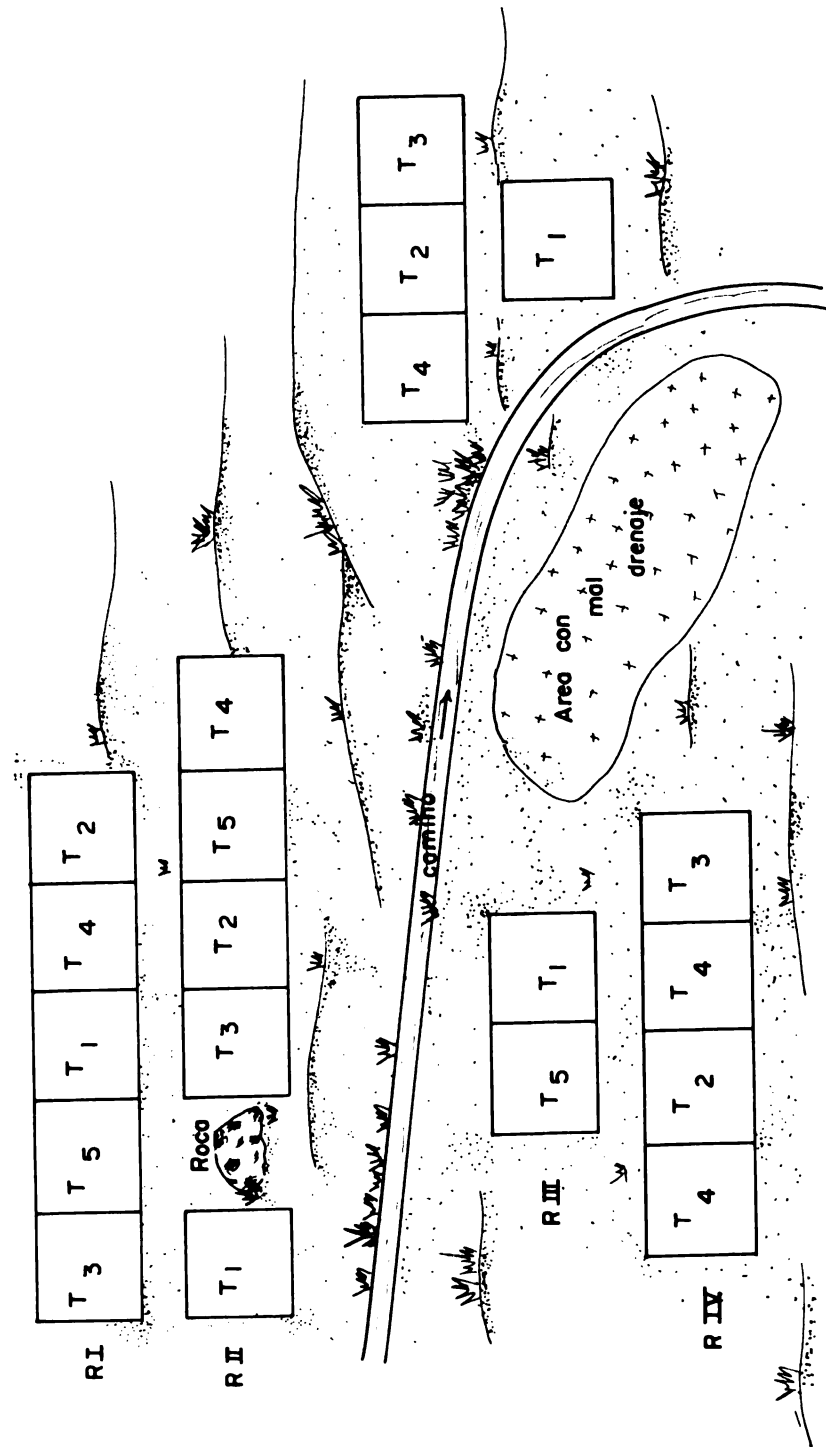
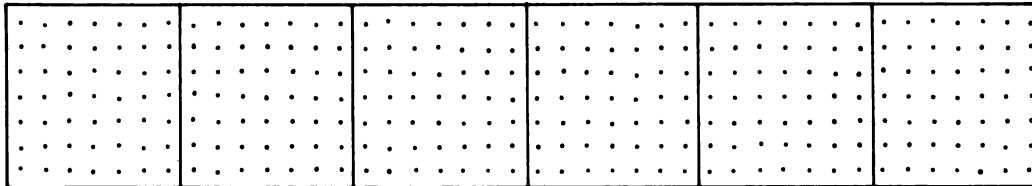


Fig. 24 Distribución de los bloques en terrenos con obstáculos

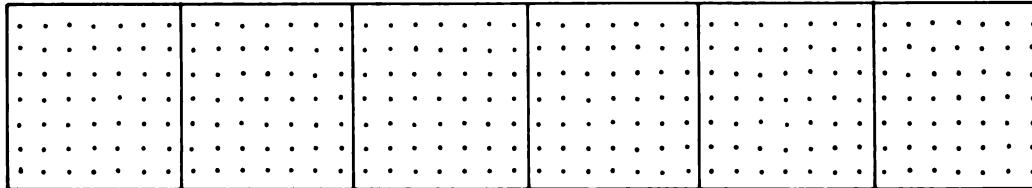
Sitio A

R - I



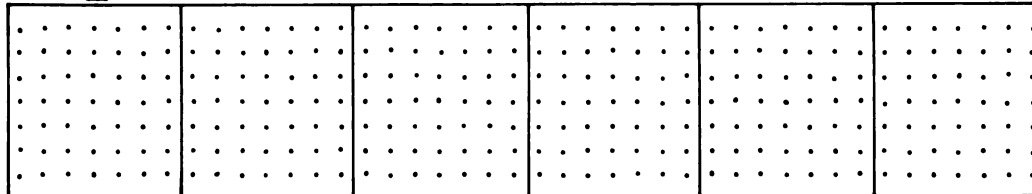
Teco                      Melino                      Pochote                      Mangium                      Camaldulensis                      Terminalia

R - II



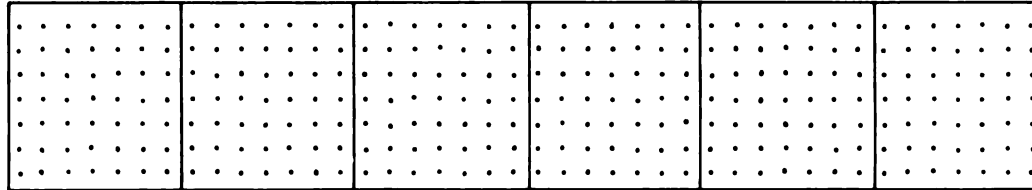
Terminalia                      Teco                      Pochote                      Melino                      Mangium                      Camaldulensis

R - III



Camaldulensis                      Pochote                      Teco                      Terminalia                      Melino                      Mangium

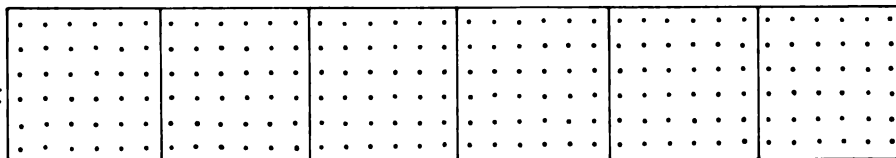
R - IV



Mangium                      Melino                      Terminalia                      Camaldulensis                      Teco                      Pochote

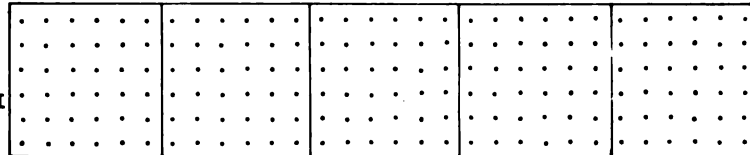
Sitio C

R I



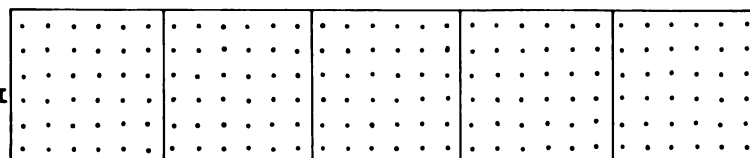
Melino                      Teco                      Camaldulensis                      Mangium                      Terminalia                      Pochote

R II



Pochote                      Camaldulensis                      Terminalia                      Pochote                      Mangium

R III



Melino                      Mangium                      Pochote                      Camaldulensis                      Teco

Fig.25 Un ejemplo de un ensayo de eliminación de especies en el sitio A con un diseño de bloques, completos al azar y parcelas útiles de 49 árboles y con bloques incompletos al azar en el sitio C con parcelas útiles de 36 árboles

Como la disponibilidad de plantas no fue igual para cada especie, el ensayo fue establecido de la siguiente manera: en el sitio a y b se estableció un diseño de bloques completos al azar, con seis especies, cuatro repeticiones y parcelas totales de 49 árboles ( $7 \times 7$ ). En el sitio c fue necesario repetir el ensayo usando un diseño de bloques incompletos al azar, con seis especies, tres repeticiones y parcelas totales de 36 árboles. En los bloques dos y tres no se incluyeron las especies *T. ivorensis* y *T. grandis* por la falta de plantas (Figura 25).

En estos ensayos de eliminación de especies como lo que interesa es seleccionar las especies que se adapten mejor debe evaluarse la sobrevivencia a los seis y doce meses. El crecimiento en altura total y dap debe determinarse cada año, durante los tres o cuatro años que debe durar el ensayo. Al dar por concluido el ensayo es importante hacer una ligera descripción de los árboles en cada especie donde se puede considerar el estado fitosanitario, floración y forma del fuste. Una vez seleccionada la o las especies que muestren mayor potencial, se puede dar inicio al estudio de procedencias para identificar las fuentes de semilla apropiadas.

### **Ensayos de procedencias**

Las pruebas de procedencias deben ser realizadas después de haber seleccionado la o las especies promisorias. El objetivo es identificar la o las fuentes de semillas más apropiadas para los sitios de plantación. Su justificación se basa en que las especies en su proceso de adaptación a distintas condiciones de clima y suelo sufren cambios genéticos para adaptarse a esos nuevos medios.

Estas pruebas deben ser establecidas de preferencia en las áreas con potencial para reforestación; y las procedencias que se incluyan en la prueba deben ser seleccionadas tomando en consideración las características de las áreas donde van a ser establecidas. Por ejemplo, si se quiere plantar *E. deglupta* en áreas con elevaciones entre 200 y 600 m,  $24^{\circ}$  C de temperatura media, 2000 y 3000 mm de precipitación anual, y sin meses secos definidos, debe seleccionar del área de distribución natural (Papúa Nueva Guinea, Ceram Célebes, Filipinas, etc.) procedencias de sitios con condiciones similares las mencionadas anteriormente. A la vez, es importante considerar por lo menos dos procedencias de condiciones ligeramente extremas; por ejemplo, una fuente de semillas de 50 metros de elevación, y otra a 1000 m; o una de 1500 mm de precipitación y otra de 4000 mm. Esto permitirá tener una idea más clara del comportamiento de la especie con respecto a las distintas gradientes de elevación, precipitación, temperatura, etc. El siguiente ejemplo se trata de un ensayo de procedencia de *E. saligna*, establecido en 1988 en Costa Rica. Fue repetido en cuatro sitios. En el sitio 1 se probaron 15 procedencias, y en los otros tres sitios se probaron nueve procedencias. A continuación se describen las características de la repetición del ensayo establecido en Turrialba, Costa Rica. El Cuadro 8 resume algunas características de las procedencias o tratamientos.



**Cuadro 8. Características de las procedencias estudiadas en el experimento N° 2 164 (88-2) en Turrialba, Costa Rica**

<b>Procedencia</b>	<b>BLSF</b>	<b>Latitud (S)</b>	<b>Longitud (E)</b>	<b>Elevación (msnm)</b>
1 S. Calliope. OLD, Australia	1456	—	—	—
2 Coff S. Harbour. NSW, Aust.	1846	30.22	152.56	100
3 Finca Peef. J. Viñas, C.R.	2736	09.55N	83.43W	1100
4 Flat Rock. NSN, Australia	2821	35.26	150.16	45
5 Consuelo. OLD, Australia	2822	24.57	148.3	1090
6 N.W. of Ryogle. NSW, Aust.	2824	28.32	152.46	350
7 Armidale. NSW, Australia	2826	30.39	152.9	900
8 Kenilworth. OLD, Australia	2828	26.41	152.37	470
9 Batesman Bay. NSW, Aust.	2830	35.37	150.14	50

En este ensayo se estudian ocho procedencias de Australia, de donde es originaria la especie, y se comparan con la procedente de Finca Peet, de Juan Viñas, Costa Rica.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con nueve tratamientos, tres repeticiones y parcelas útiles de 36 árboles con una línea de borde.

Se estableció en un terreno de 45% de pendiente, el cual fue chapeado y rodajeado. Los árboles se plantaron a  $2.5 \times 2.5$  m.

El ensayo será evaluado por cinco o seis años; al año se evaluará la sobrevivencia y altura total; en los años siguientes se medirá dap, altura total, sobrevivencia y resistencia a plagas y enfermedades. A los cinco o seis años se evaluarán, además de las variables de crecimiento, la forma del fuste y el volumen. La Figura 26 muestra cómo quedó distribuido el diseño en el campo.

Se recomienda incluir una o dos procedencias derivadas, o sea, fuentes de semilla local o de otro país donde la especie ha sido introducida; se supone que este material ya ha sido sometido a cierto grado de selección natural y artificial y podrá mostrar resultados favorables.

En estas pruebas se sugiere utilizar entre 10 y 12 procedencias; un número mayor obligará a aumentar el tamaño de los bloques, lo que aumentará el error experimental y el costo de los ensayos. ✓

Los diseños de bloques completos al azar, y bloques incompletos al azar son los que se utilizan más frecuentemente. Utilice cuatro repeticiones y parcelas útiles de 25 ó 36 árboles y una línea de borde, tanto en experimentos a nivel de vivero como de campo.

Las variables que pueden ser evaluadas en estos ensayos son muchas y muy variadas; en general dependen del interés del investigador, y de la etapa en que están siendo estudiadas las procedencias. Se puede considerar cuatro etapas de investigación en los estudios de procedencias:

- a) Estudio de las características de las semillas.
- b) Estudio de las características de las plántulas a nivel de vivero.
- c) Estudio de las características de crecimiento y rendimiento de los árboles en el campo.

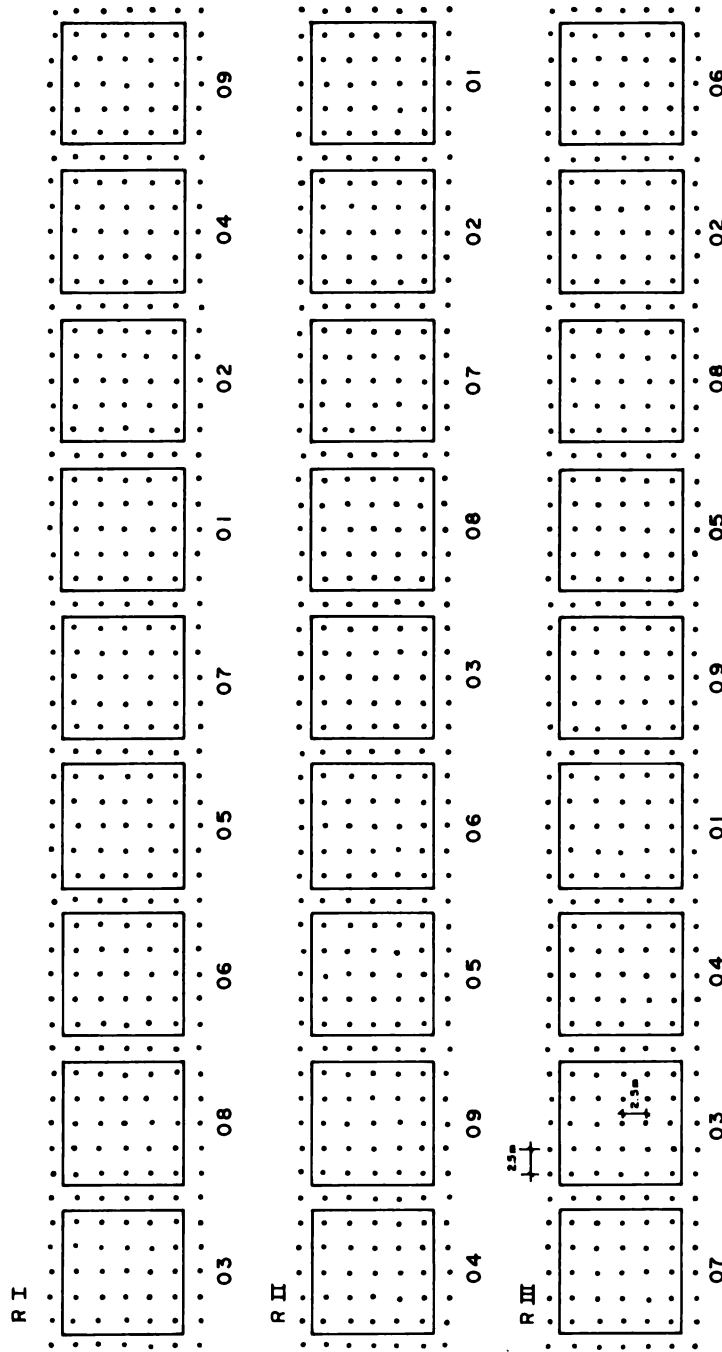


Figura 26. Esquema de distribución de las repeticiones y tratamientos del experimento sobre procedencias de Eucalyptus soligna establecido en Turrialba, Costa Rica

#### d) Estudio de las características de la madera.

El mejorador se interesa por cuantificar el grado de variación de las distintas variables entre procedencias, para medir si la variación es de importancia o no, determinar si la variación es genética, y para tratar de relacionar la variación de una variable a nivel de semilla, vivero o juvenil, con las características del árbol maduro o de los productos. A través de este mecanismo podrá acelerar el proceso de selección haciendo escogencia de procedencias a temprana edad, sin tener que esperar tener información del turno completo de los árboles. El Cuadro 9 muestra algunas de las variables que pueden ser cuantificadas en cada etapa.

Las características de las semillas se estudian antes de la etapa de vivero.

Una vez estudiadas las características de las plántulas, que usualmente se realizan durante el período normal de vivero en cada especie (tres a seis meses), es posible correlacionar las distintas variables de semillas y plántulas, para definir el grado de relación que existe entre ellas; por ejemplo, saber si el largo, ancho o peso de la semilla, está relacionado en forma positiva o negativa con el crecimiento de la plántula en altura, diámetro basal, biomasa seca total, etc.

**Cuadro 9. Algunas de las variables por evaluar en las distintas etapas de una prueba de procedencias**

<b>En semillas</b>	<b>En el vivero</b>	<b>En el campo</b>	<b>En la madera y otros productos</b>
Semillas/kg, forma largo, ancho, área, volumen, color espesor de la corteza	Germinación, largo del hipocotilo, largo del epicotilo, inicio de hojas verdaderas, dimensión del sistema radical, peso del sistema radical, diámetro basal a distintas edades, altura a distintas edades, peso seco aéreo, peso seco total, características de las hojas, resistencia a plagas y enfermedades, etc.	Supervivencia al año, crecimiento en altura total y dap cada año, diámetro basal, altura de la primera bifurcación, número de ejes, diámetro de copa, resistencia a plagas y enfermedades, floración y fructificación, color del fuste, diámetro de corte, ramificación, características de la corteza, volumen, etc.	Densidad de la madera, poder calorífico, largo de fibra, ancho de fibra, resistencia, penetración de químicos, clavabilidad, producción de resinas y taninos, etc.

Así, si se determina que hay una correlación positiva de 0.85 entre el largo de las semillas y la altura total de la plántula a los cuatro meses, esto indica que para lograr plántulas más altas, debe utilizar la procedencia que tengan las semillas más largas, si es que esta característica es genética.

En el campo las características de las plantas pueden ser evaluadas en forma más intensa durante los primeros cuatro o cinco años del ensayo; posteriormente el crecimiento puede evaluarse cada dos, tres o cinco años según el interés y el crecimiento de la especie.

Las características de la madera pueden evaluarse cuando las dimensiones de los productos de aclareo puedan ser comercializados, o sea, a los tres, cinco, diez y quince años para especies de crecimiento rápido (melina, deglupta).

Al igual que en el caso de semillas y vivero, el resto de las variables pueden correlacionarse con el mismo fin. Así, será factible determinar si el crecimiento inicial en el campo está relacionado con el volumen final, si el dap está relacionado con la altura total, y/o si el dap está relacionado con la densidad de la madera, etc.

### **Ensayos de tipos de planta**

Es muy importante conocer el tipo de planta que debe ser usado para aumentar la supervivencia y para disminuir los costos de establecimiento, mantenimiento, y lograr plantaciones con buen desarrollo.

Hay que recordar que el tipo de planta varía según la especie, y las condiciones de clima y suelo donde van a ser plantados los árboles. Se prefiere utilizar plantas a raíz desnuda, principalmente porque los costos de producción en vivero, transporte y plantación son comparativamente más bajos. Con estos conceptos claros, el investigador debe seleccionar los tratamientos y definir el diseño.

Algunos de los tratamientos a comparar pueden ser:

- árboles producidos en bolsas plásticas de varias dimensiones;
- árboles con distintas alturas y diámetros producidos en bolsas plásticas;
- árboles producidos en bolsas plásticas y defoliados 50 ó 100%;
- árboles producidos en bancales y plantados a raíz desnuda con 100% de follaje;
- árboles producidos en bancales y plantados a raíz desnuda, defoliadas 50 ó 100%;
- seudoestacas con distintas alturas, diámetros de cuello.

Puede ser utilizado el diseño de bloques completos al azar o bloques incompletos al azar, con cinco o seis tratamientos, cuatro repeticiones, y parcelas útiles de 16 plántulas y una línea de borde. El siguiente ejemplo fue desarrollado en Honduras, para determinar el mejor sistema de producción de plántulas en vivero de *Gliricidia sepium*.

Experimento 087 (84-34) de Honduras.

Tratamientos:

- 1 Planta completa en bolsa
- 2 Planta completa a raíz desnuda
- 3 Seudoestaca
- 4 Planta en bolsa con poda lateral
- 5 Planta a raíz desnuda con poda lateral
- 6 Estaca
- 7 Planta en bolsa con poda del tallo
- 8 Siembra directa

Para probar la respuesta de estos tratamientos se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con ocho tratamientos, cuatro repeticiones y parcelas útiles de 16 árboles, plantados a 2.0 × 2.0 m, y una línea de borde.

Para uniformar las condiciones del terreno, éste fue arado.

Para evaluar la respuesta de los tratamientos se midió: sobrevivencia, altura total y diámetro basal, a los 6, 12 y 24 meses.

Es importante observar que esta especie se reproduce fácilmente por estacas de distintas dimensiones; por lo tanto, si en el sitio donde se desea plantar hay suficiente material vegetativo, tal vez no sea importante realizar este tipo de prueba.

La Figura 27 muestra cómo quedó distribuido el diseño en el campo.

Es muy importante que el sitio no sea inundable, debe ser preparado adecuadamente, evitar entrada de ganado y el efecto de malezas. La plantación debe realizarse al inicio de la época lluviosa.

El Cuadro 10 muestra las variables que pueden ser evaluadas durante el primer año, que es el período de observación, principalmente para zonas húmedas y muy húmedas.

#### **Cuadro 10. Variables por evaluar en ensayos de tipos de planta**

<b>EDAD (meses)</b>	<b>VARIABLES</b>
	<b>Altura total, diámetro del cuello, largo de raíz</b>
3	Sobrevivencia
6	Sobrevivencia y altura total
9	Sobrevivencia, altura total
12	Sobrevivencia, altura total, diámetro basal, número de ejes con dominancia, diámetro de copa, número de ejes.

Al final se selecciona el tratamiento que muestre mayor supervivencia y árboles vigorosos con mejor crecimiento.

#### **Ensayos de preparación del sitio**

Una forma de reducir los costos de mantenimiento de las plantaciones es estimulando el crecimiento inicial de los árboles que, al cerrar las copas, controlan el crecimiento de las malezas. También en este caso hay que seleccionar el mejor método de preparación de sitio, el cual depende de la exigencia de la especie, las características del suelo y el clima. Es importante que el sistema seleccionado sea económico. Algunos de los posibles sistemas de preparación de sitio que pueden ser probados son:

- simplemente chapeo manual
- chapeo y quema
- arado del suelo
- arado y rastreado
- chapeo mecanizado
- chapeo y rodajea

Es posible utilizar un diseño de bloques completos al azar con tres o cuatro repeticiones y parcelas de 15 × 15 m (225 m<sup>2</sup>); esto permitirá evaluar 25 ó 16 ó 9 árboles internos, dejando los

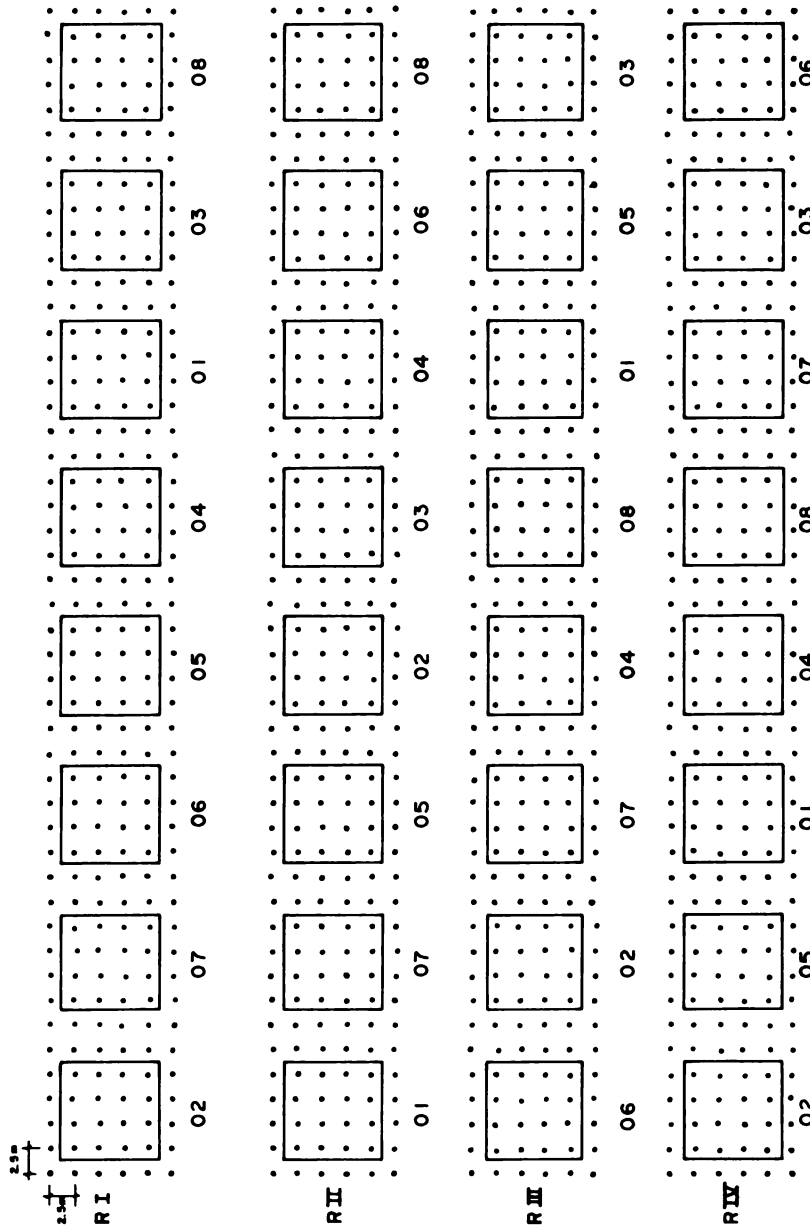


Figura 27. Esquema de distribución de las repeticiones y tratamientos del experimento O87(84-34), sobre tipos de planta establecido en Honduras

bordes correspondientes. Por las dimensiones del terreno requerido no es conveniente probar muchos tratamientos a la vez.

En estos ensayos interesa evaluar la respuesta de los árboles en: sobrevivencia, crecimiento en altura total, dap, diámetro de copa a los distintos tratamientos aplicados. Las evaluaciones pueden realizarse a los 6, 12, 18 y 24 meses. Es posible que después de 24 meses el efecto ya haya desaparecido.

### **Ensayos de control de malezas**

Las malezas tienen un efecto negativo sobre el crecimiento de los árboles, principalmente durante los dos o tres primeros años de crecimiento; este efecto depende de la tasa de crecimiento de la especie, la calidad del sitio, y las condiciones climáticas. En las zonas muy húmedas, con suelos fértiles, la maleza crece muy rápido, y para especies como *E. deglupta* y *G. arborea* es necesario realizar tres o cuatro limpiezas el primer año y dos el segundo año. Para *P. caribaea* hay que realizar cinco o seis chapeos el primer año, cuatro el segundo, tres el tercero, uno el cuarto y quinto año. Hay que entender que cuanto más chapeos haya que realizar, más caro será el costo de mantenimiento.

Es necesario identificar el sistema de control de malezas más apropiado y económico para cada especie, cada condición de sitio y clase de malezas, así como las formas más adecuadas de aplicación. Algunos de los tratamientos que pueden ser sometidos a prueba son:

- control manual
- control químico utilizando varios productos
- control químico utilizando diferentes dosis
- frecuencias de chapas y aplicaciones
- frecuencias de aplicaciones

La frecuencia de aplicación de los productos químicos debe ser establecida con base en el producto que se vaya a utilizar y que tenga el efecto más prolongado, y comparar con este producto el efecto de los otros sometidos a prueba.

Usualmente se usan diseños experimentales de bloques completos al azar, donde se someten a prueba cuatro o cinco tratamientos, con tres o cuatro repeticiones, y parcelas de 15 × 15 m (225 m<sup>2</sup>) donde será posible evaluar 25, 16 ó 9 árboles internos con dos líneas de borde.

Para cuantificar el efecto de los tratamientos hay que medir la sobrevivencia, el crecimiento en altura total, dap, y diámetro de copa cada seis meses, durante los primeros dos años de crecimiento. Hay que seleccionar el sistema de control que favorezca el mayor crecimiento, que no afecte el árbol y que sea más económico. El ejemplo siguiente describe el ensayo número 14 (1-2) sobre control de malezas establecido en Nicaragua.

El *Eucalyptus camaldulensis* es una especie con potencial para algunas áreas húmedas y bajas de Nicaragua, por lo que es importante seleccionar los métodos más apropiados para

controlar las malezas, con el fin de estimular el crecimiento y reducir los costos de mantenimiento y aumentar el rendimiento por hectárea. En esta oportunidad se probaron los siguientes seis tratamientos de control de malezas:

#### Experimento 14 (81-2) Nicaragua

##### Tratamientos:

1. Testigo (sin control de malezas)
2. Limpia con machete
3. Rodaje con azadón (1 m)
4. Aplicación de Gramoxone
5. Aplicación de Roundup
6. Aplicación de Goal

Para probar la respuesta de los seis tratamientos se utilizó un diseño de bloques completos al azar con seis tratamientos, cinco repeticiones y parcelas útiles 25 árboles plantados a 2.0 m × 2.0 m, y una línea de borde.

Para evaluar el efecto de los tratamientos se midió la sobrevivencia y la altura total a los 6, 12 y 18 meses; el dap se evalúa a los 12 y 18 meses.

En este caso el testigo (sin limpieza) no es un buen comparador, ya que no es el sistema tradicional de controlar malezas; tal vez el tratamiento dos (limpia a machete) es más representativo. La Figura 28 muestra cómo quedó distribuido en el campo el ensayo.

Es posible que cinco repeticiones sean demasiadas; además el establecimiento, control y evaluación serán más caros.

#### Ensayos de densidades de plantación

Otro factor muy importante que debe ser manejado adecuadamente para aumentar el rendimiento de las plantaciones, es la densidad de plantación. Para seleccionar la densidad más adecuada es necesario considerar el hábito de crecimiento de la especie, la clase de producto que se desea producir, y la calidad de sitio. Así, por ejemplo, si la especie es *L. leucocephala*, que es de porte bajo, copa angosta, y el interés es producir leña o carbón, no hay razón para probar densidades muy altas (5000 árboles/ha) o muy bajas (1111 árboles/ha), porque de antemano se sabe que la especie no responderá a esos tratamientos. Si el interés es producir forraje, sí es importante probar densidades altas.

También es importante tomar en consideración la experiencia existente; si no hay experiencia no es apropiado desde el inicio someter a prueba un número grande de densidades posibles; esto complica el diseño y obliga a aumentar el área, con lo que se aumenta el error experimental. Lo más conveniente en estos casos es probar primero cuatro densidades considerando una densidad mínima y una máxima lógicas y dos intermedias. Con base en los resultados se podrán plantear nuevas pruebas, pero ahora utilizando las densidades seleccionadas como mejores con el objeto de hacer los ajustes necesarios en el espaciamiento.



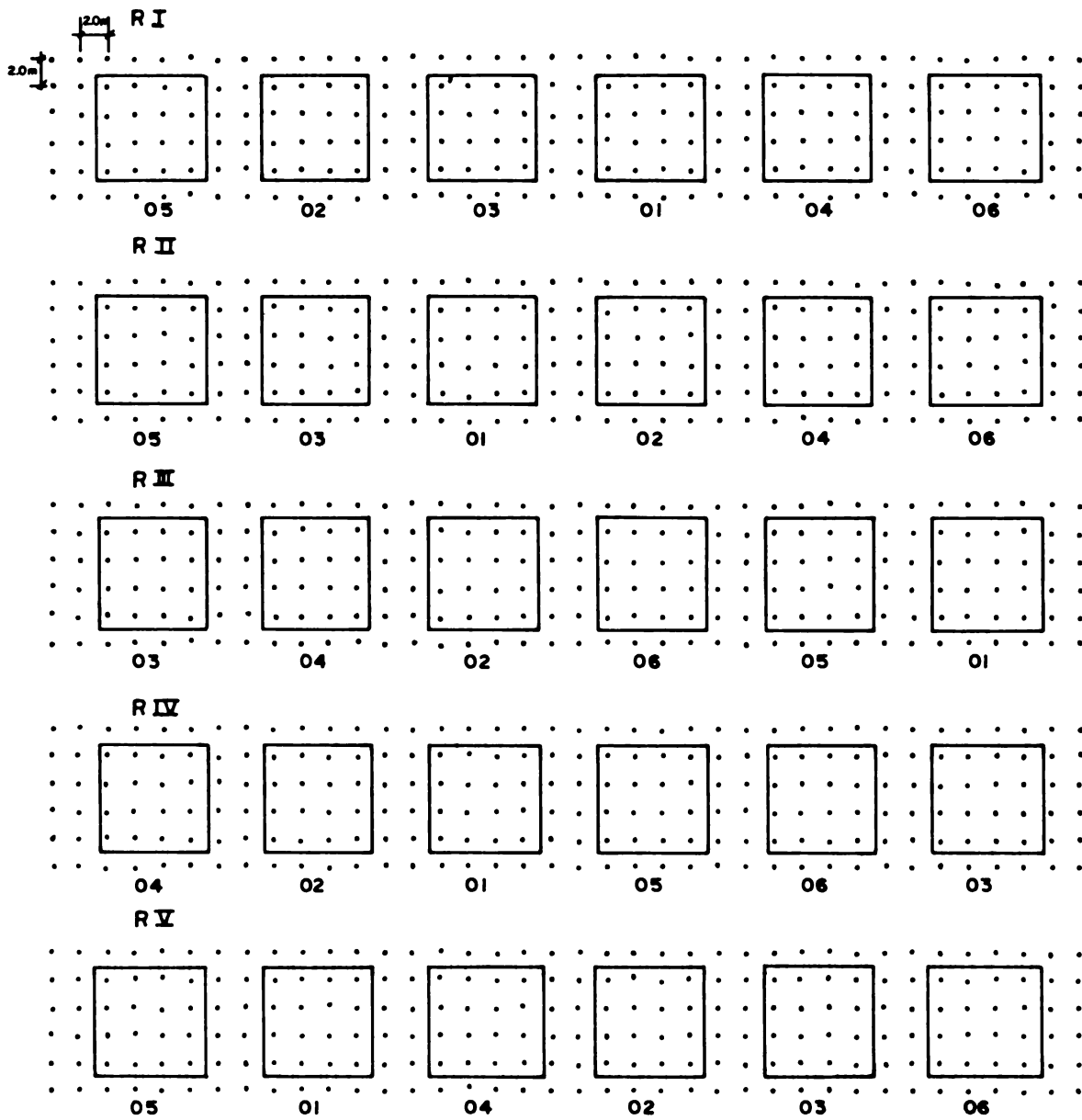


Fig. 28. Esquema de distribución de las repeticiones tratamientos del experimento I4(81-2) sobre control de malezas en Eucalyptus camaldulensis en El Gurú, Nicaragua

Por ejemplo, si necesita definir densidades para *G. arborea* para producción de madera en zonas húmedas y suelos fértiles, se podrían probar inicialmente 4 densidades (Cuadro 10), haciendo uso de un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones y parcelas útiles de 25 a 36 árboles y dos líneas de borde:

**Cuadro 11. Ejemplo de selección de densidades para establecer un ensayo de *G. arborea***

Espaciamiento (m)	Densidad (A/ha)	Area de la parcela (m <sub>2</sub> )
1.5 x 1.5	4444	81
2.0 x 2.0	2500	144
3.0 x 3.0	1111	324
3.5 x 3.5	816	441

La Figura 29 presenta el esquema de cómo quedarán distribuidos los tratamientos en un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos, tres repeticiones y parcelas útiles de 25 árboles. Los espacios varios que queden entre bloques pueden plantarse a 2.0 × 2.0 m.

Con base en los resultados y si hay interés en un espaciamiento más apropiado, posteriormente se podrá establecer otro ensayo, utilizando tres o cuatro densidades ligeramente distintas a las que mostraron resultados mejores en la primera prueba.

Es importante recordar que para mayor facilidad en el proceso de evaluación y manejo de la información, el número de árboles útiles por parcela debe mantenerse constante con 25 ó 36 árboles y dos líneas de borde. Para cuantificar el efecto de los tratamientos debe medirse la sobrevivencia, la altura total, dap y diámetro de copa cada año hasta el momento del primer aclareo, que puede ser a los tres, cuatro o cinco años según la especie, las características del sitio y el producto deseado. Al momento de la cosecha debe cuantificarse la conicidad del árbol, número de ejes, altura de bifurcación, la poda natural, y el volumen de madera, o número de productos (postes, etc.).

### **Ensayos de fertilización**

El fertilizante es otro insumo que se utiliza en silvicultura para aumentar el crecimiento, la producción y reducir los costos de mantenimiento al reducir el número de chapeos al aumentar el crecimiento de los árboles.

Para hacer un uso apropiado del fertilizante es importante conocer las características del suelo; es necesario conocer cuál es la respuesta de la especie a la fórmula química a la cantidad y a la frecuencia de aplicación; y para conocer estos tres aspectos es necesario establecer ensayos de campo en los sitios que van a ser eventualmente reforestados.

Para seleccionar los tratamientos o fórmulas químicas, primero hay que conocer cuáles son las exigencias de la especie y luego cuál es el estado nutricional del suelo. El primer punto es posible obtenerlo a través de la literatura y el segundo a través de un análisis químico del suelo.

Si el análisis indica que el suelo es pobre en fósforo y potasio, las fórmulas que se prueben deben ser necesariamente altas en fósforo y potasio, como por ejemplo: 0N-20P-20K, 0N-15P-15K, 12N-36P-18K, etc.

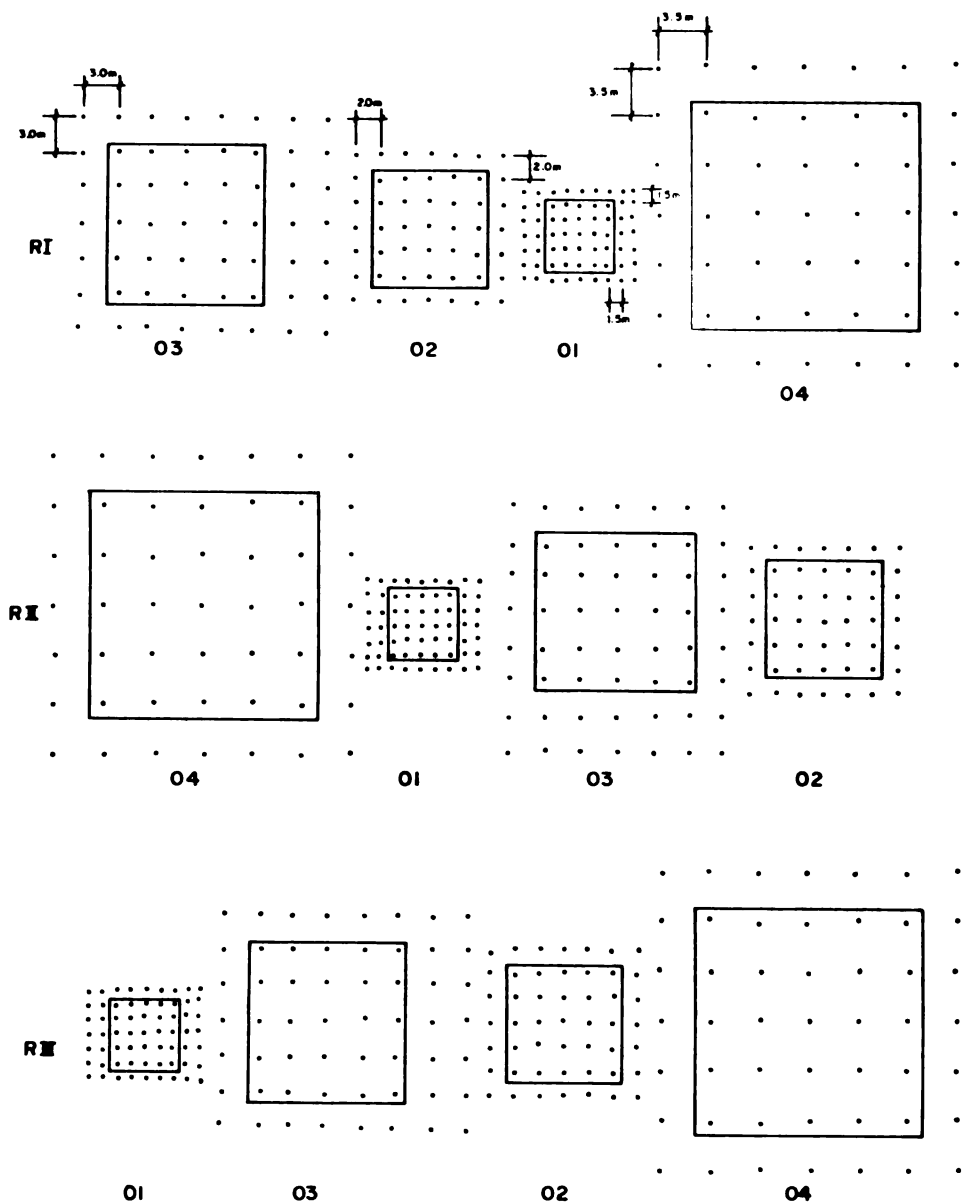


Fig. 29 Esquema de distribución de las repeticiones y tratamientos, de un experimento de densidades de plantación en Gmelina arborea

Un ensayo sencillo para conocer la respuesta al fertilizante puede realizarse *haciendo* uso de los elementos en forma individual. Por ejemplo, para conocer la respuesta en crecimiento juvenil de *T. grandis* a los elementos mayores, se establece un ensayo de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y parcelas útiles de 16 ó 25 árboles y dos líneas de borde, en donde se aplican los siguientes siete tratamientos:

testigo  
50 g de nitrato de amonio ( $\text{NO}_3$ )  
50 g de óxido fosfórico ( $\text{P}_2\text{O}_5$ )  
50 g de muriato de potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ )  
100 g de  $\text{NO}_3$  + 100 g de  $\text{P}_2\text{O}_5$   
100 g de  $\text{P}_2\text{O}_5$  + 10 g  $\text{K}_2\text{O}$   
100 g de  $\text{NO}_3$ ; 10 g de  $\text{P}_2\text{O}_5$  + 100 g de  $\text{K}_2\text{O}$

La aplicación se puede hacer al momento de la plantación.

Para conocer la cantidad apropiada de fertilizante hay que probar distintos niveles; estos niveles dependen también de la edad de los árboles; así, en árboles de uno o dos años los niveles son menores. Siempre es necesario usar un tratamiento testigo, o sea, cero fertilizante, y un tratamiento fuerte para desarrollar una curva de respuesta adecuada.

Es posible combinar el experimento donde se prueben fórmulas y niveles simultáneamente. En este caso podrá utilizarse un diseño de parcelas divididas, en donde cada parcela representa una fórmula, y las subparcelas, los niveles de aplicación. El siguiente ejemplo ilustra el diseño donde, para seleccionar la fórmula y el nivel adecuado para fertilizar *E. deglupta* durante los primeros dos años de edad en un sitio pobre en nitrógeno y fósforo, se probaron los siguientes cuatro tratamientos:

testigo  
urea  
20N-10P-5K  
20N-20K-0

Se emplearon parcelas útiles de 64 árboles repetidos tres veces. Para probar el efecto de niveles en el mismo experimento fueron seleccionados 50 g, 100 g, 150 g y 200 g/árbol, utilizando subparcelas útiles de 16 árboles (Figura 30).

Una vez que se conoce la fórmula y el nivel adecuado de fertilizante, hay que definir si lo aplica todo de una vez o la fracciona en dos o tres aplicaciones para que el árbol haga un aprovechamiento mejor del químico aplicado.

Las variables que se evalúan en estos ensayos de fertilización son: altura total, dap, diámetro de copa y volumen. La evaluación puede realizarse cada seis ó 12 meses por un período no mayor de 24 meses, ya que después de este período el efecto del fertilizante puede ser mínimo. Es importante recordar que estos estudios de fertilización son relativamente costosos, pero los resultados positivos tienen la ventaja de que ayudan a maximizar los rendimientos a cortar los turnos de cosecha y a reducir los costos.

### Ensayos de aclareos

Es normal que las plantaciones se establezcan con un número de árboles muy superior al número que deben quedar para el turno final. Las razones de esta práctica son, entre otras: aumentar

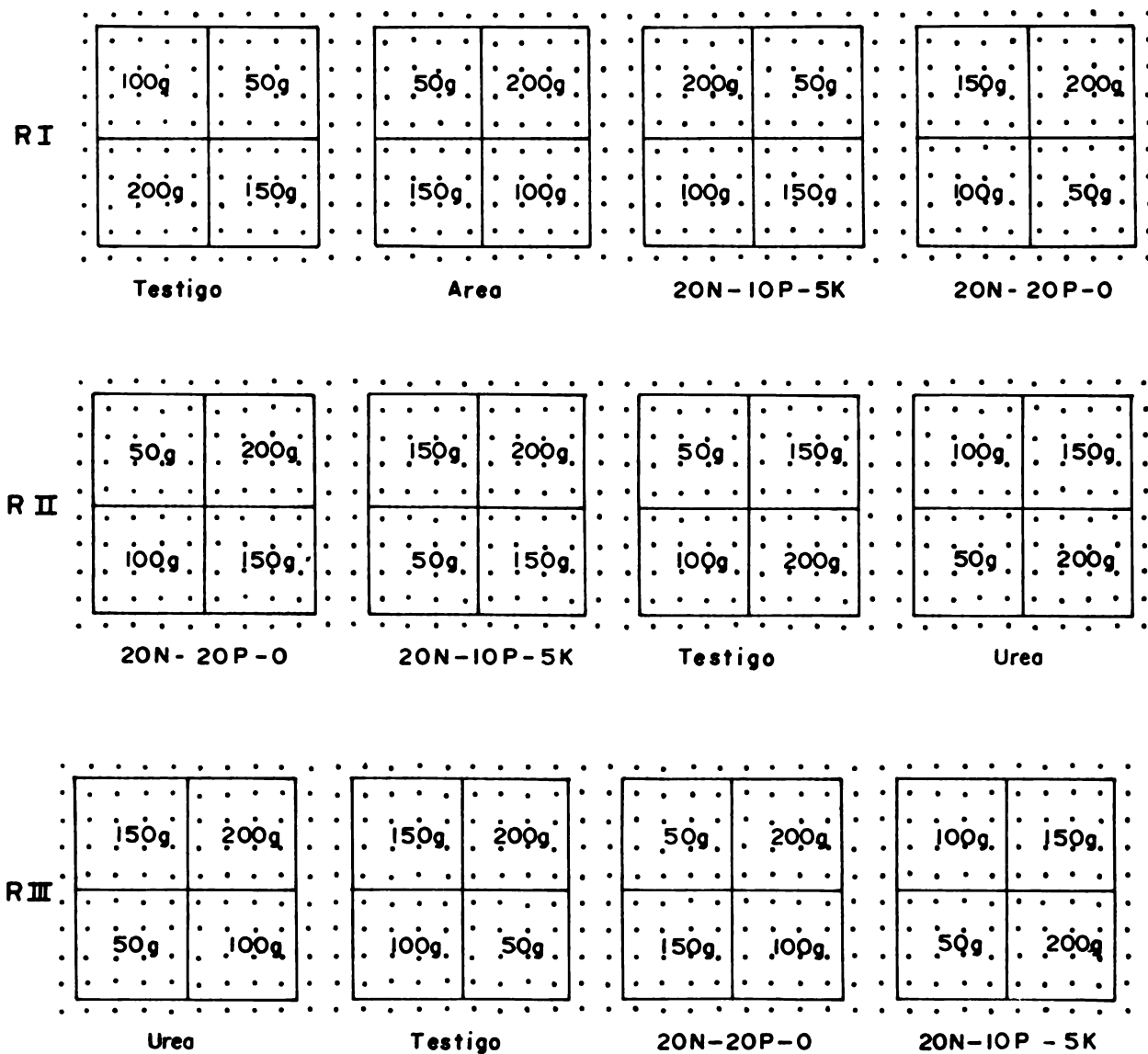


Fig. 30 Ejemplo de un diseño de parcelas divididas para estudiar el efecto de cuatro tratamientos de fertilizante (formulas) con cuatro dosis por formula

la densidad de árboles al inicio, para lograr un mejor y más económico control *de las malezas*, estimular el crecimiento inicial al aumentar la competencia entre los árboles, *hacer un mejor aprovechamiento del sitio*, producir productos intermedios y finalmente, tener una mayor población donde seleccionar los mejores ejemplares para la cosecha final.

Esto quiere decir que las plantaciones deben ser sometidas a raleos periódicos, para mantener una población ideal según el estado de desarrollo del bosque, y para mejorar la calidad de los productos finales.

Es común iniciar los aclareos cuando el rodal empieza a disminuir el crecimiento medio anual, o sea, cuando el IMA se cruza con el ICA. Esta disminución se presenta como una respuesta a la competencia fuerte entre los árboles en la plantación por espacio, luz y nutrientes. Para evitar esta situación de disminución del incremento, es necesario mantener en las plantaciones un determinado número de parcelas permanentes (según el área de la plantación), que deben ser medidos cada año, para conocer la tendencia del crecimiento.

Para realizar el aclareo, el técnico debe conocer cuál es la densidad actual y la ideal a que debería quedar el rodal; por tanto, es necesario investigar a través de ensayos de densidades cuál es esa densidad ideal.

Existen varios sistemas para tratar de definir los tratamientos que pueden ser sometidos a prueba, como por ejemplo, probar distintas áreas basales y utilizar el 5% del índice de espaciamento relativo de Hart o del índice de densidad del rodal (IDR). Pero con el fin de utilizar un sistema más práctico, es factible seleccionar los tratamientos con base en el porcentaje de árboles a ralear según la densidad inicial. Para seleccionar los porcentajes a extraer hay que tomar en consideración no sólo el estado de uniformidad de los árboles en el rodal, sino también las posibilidades de comercializar los productos que van a ser extraídos.

Si la plantación es muy irregular en cuanto a crecimiento y forma de árboles, y hay buen mercado para productos intermedios (postes, puntales, leña, carbón), el porcentaje de aclareo puede ser alto. Además, es importante puntualizar que casi, como norma, el aclareo debe ser positivo, o sea, que primero hay que extraer los árboles enfermos, dominados y de mala forma.

No es necesario probar un número grande de tratamientos, al igual que en las pruebas de densidades basta con probar tres o cuatro tratamientos; es importante tratar de seleccionar intensidades de aclareo extremas, para tener en forma preliminar una visión más amplia de la respuesta de la especie.

Un experimento puede ser diseñado con cuatro tratamientos, tres o cuatro repeticiones y parcelas útiles de 50 (10 × 5) árboles. A continuación se presenta una tabla con el número de árboles que deben quedar en pie para varias intensidades de aclareo cuando se trabaja con parcelas útiles de 50 árboles. En el porcentaje de árboles a cortar hay que considerar las fallas:

	Intensidad de aclareo en %													
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
<b>Arboles que quedan en pie/ parcela de 50 árboles</b>	45	43	40	38	35	33	30	28	25	23	20	18	15	13

Por ejemplo, se sabe que en una plantación de *G. arborea* de cinco años es necesario practicar un primer aclareo, pero se desconoce cuál sería la intensidad indicada. Si los árboles muestran

crecimiento uniforme y buena forma, se podrían probar los siguientes cuatro tratamientos a través de un diseño de bloques completos al azar: 1— testigo (sin aclareo), 2— 20%, 3— 40%, y 4— 60%, repetidos cuatro veces con parcelas de 50 árboles iniciales. Según la tabla anterior, en cada tratamiento deberán quedar en pie 50, 40, 30 y 20 árboles/parcela. La figura 31a muestra la distribución de las parcelas en el campo antes de aplicar los tratamientos. Se muestran las fallas y los árboles dañados y mal formados. La figura 31b muestra cómo quedarán las parcelas después de que fueron aplicadas las distintas intensidades de aclareo.

Es importante indicar que del borde general del experimento deben ser eliminados por lo menos dos líneas de árboles para reducir el efecto de borde.

Las siguientes son las variables que pueden ser analizadas para medir el efecto de los tratamientos:

Antes del aclareo: (en todos los árboles)	sobrevivencia altura total, dap, área basal.
Durante el aclareo: (en árboles cortados)	número de productos por árbol, volumen de madera, leña, factor de forma, altura comercial.
Después del aclareo: (cada año)	crecimiento en altura total, dap, área basal, volumen en pie

El ensayo debe ser evaluado cada dos o tres años, para definir cuál de los tratamientos aplicados es el más efectivo.

### **Ensayos de rebrotes**

Algunas de las especies forestales tienen la particularidad de rebrotar, y si hay interés en manejar los rebrotes para obtener productos de buena calidad en turnos cortos, es posible practicar su manejo para permitir que se desarrollen adecuadamente.

El número de rebrotes por tocón que se pueden manejar varía según la especie y el diámetro del mismo y del producto deseado. Para definir el número ideal que permita el desarrollo vigoroso de los que son seleccionados, es posible establecer un ensayo de bloques completos al azar, donde se prueben tres o cuatro tratamientos, con tres o cuatro repeticiones y parcelas útiles de 16 tocones. Los tratamientos pueden ser:

- todos los rebrotes (testigo),
- un rebrote,
- dos rebrotes,
- tres rebrotes,
- cuatro rebrotes.

Hay que seleccionar los rebrotes de tal forma que queden distribuidos en forma equidistante alrededor del tocón, que salgan más cerca de la base, y que sean los más vigorosos. La selección puede realizarse entre los cuatro primeros meses, o sea, después que empieza a mostrarse diferenciación entre ellos.

El ensayo debe ser establecido en el borde de la plantación para evitar el problema de la competencia por luz, y eliminar por lo menos dos líneas de árboles del borde general.

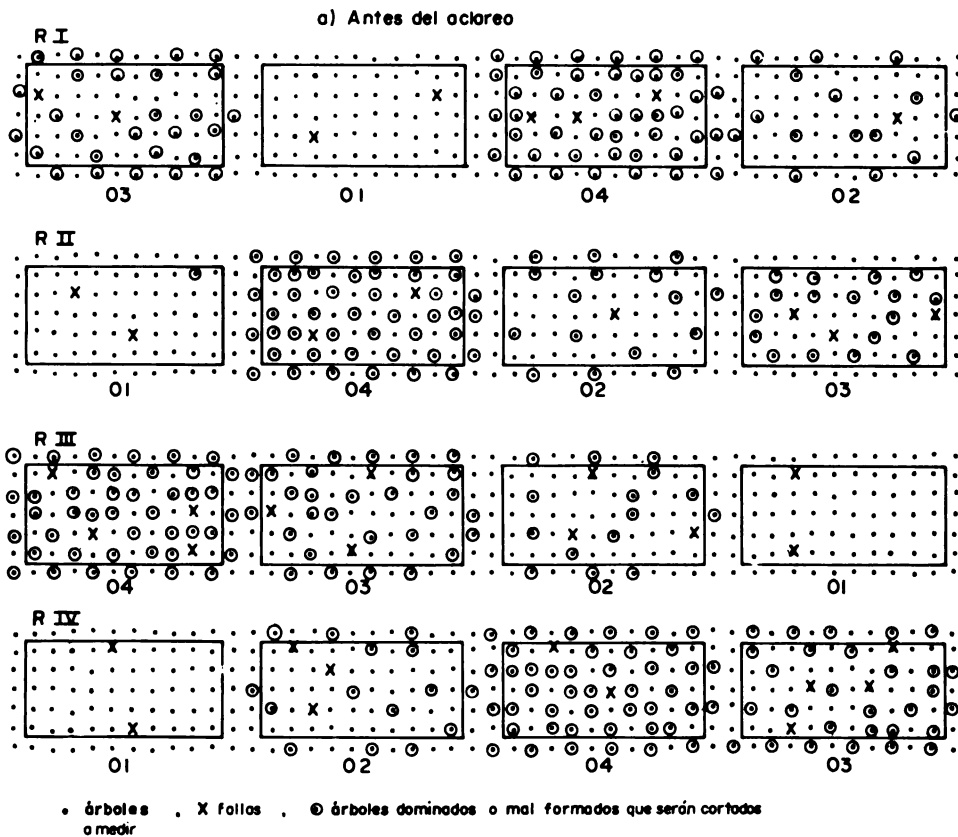


Figura 31a. Estado de las parcelas antes de aplicar los distintos tratamientos de aclareo, en un diseño de bloques completos al azar.



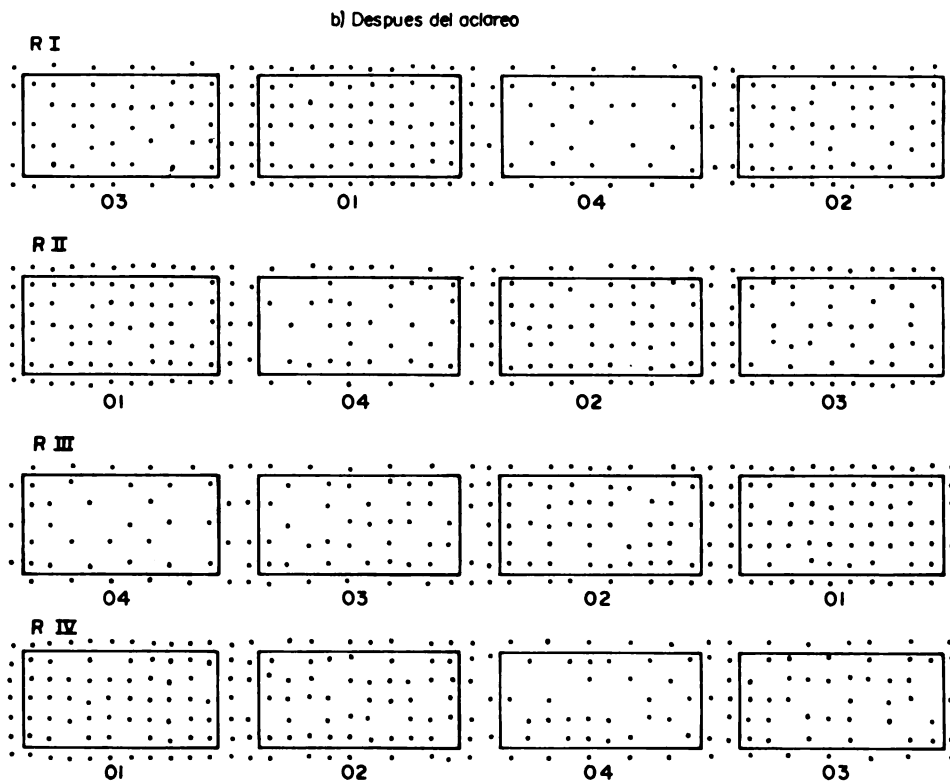


Figura 31b. Estado del ensayo de aclareos despues de aplicados los distintos tratamien-  
tos de aclareos en un diseño de bloques completos al azor

Para analizar el efecto de los tratamientos, el ensayo podrá ser medido una vez al año hasta que se realice la próxima cosecha.

Las variables que deben ser medidas son: altura y dap, cada año y en cada eje seleccionado, conservando la identificación correspondiente del tocón y el eje, volumen por eje y tocón, productos (leña, postes, etc), y manejo de la copa.

El siguiente ejemplo describe el experimento 175 (89-04) sobre manejo de rebrotes en *E. camaldulensis* establecido en San Pedro Sula, Honduras. El ensayo fue establecido en una plantación de tres años ( $2.0 \times 1.5$  m), en un sitio plano, a cinco meses después de haberse realizado el aprovechamiento.

Fueron probados los siguientes cinco tratamientos en tocones de 15 cm de altura:

1. un rebrote por tocón
2. dos rebrotes por tocón
3. tres rebrotes por tocón
4. cuatro rebrotes por tocón
5. testigo

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con ocho repeticiones y parcelas útiles de cuatro árboles sin línea de borde. Para medir el efecto del número de brotes por tocón sobre el desarrollo de los brotes se midió el dap y altura total de cada brote por tocón cada seis meses y la biomasa total a los 36 meses. La Figura 32 muestra la distribución de los tratamientos en el campo.

Por las características del rodal, es posible que cuando se evalúe el crecimiento de los rebrotes durante los primeros 12 ó 18 meses, utilizando parcelas sin borde, pueda funcionar. Si la especie es de crecimiento rápido y hay interés de evaluarla por un período más largo, es necesario utilizar parcelas de un mínimo de 9 a 16 árboles con su borde respectivo y cuatro repeticiones para eliminar el efecto del borde.

De igual forma, se pueden establecer ensayos en cercos vivos, utilizando parcelas lineales de 10 ó 15 árboles. En este caso es muy importante utilizar secciones de cerca, que permitan establecer repeticiones lo más uniformes posibles, y realizar la poda de la cabeza del poste para uniformar el punto de rebrote. El número de tratamientos puede ser mayor, principalmente con especies como *G. sepium*, que ocasionalmente producen hasta 10 o más brotes por poste.

### **Protección y mantenimiento del experimento**

La investigación forestal es usualmente costosa porque, como norma, requiere de varios años para que se obtengan resultados aplicables; además, los experimentos normalmente requieren de extensiones de terrenos grandes y esto aumenta los costos de mantenimiento. En ocasiones, cuando se investigan especies, procedencias o progenies, resulta muy difícil o costoso obtener las semillas. Es muy importante presupuestar los recursos necesarios que garanticen que el experimento se va a mantener en la forma adecuada y por el tiempo que se considere necesario.

Es muy importante que el técnico responsable tenga claro que si el experimento resulta alterado por factores externos, se pierde la validez de los resultados y por tanto, todo el esfuerzo realizado.

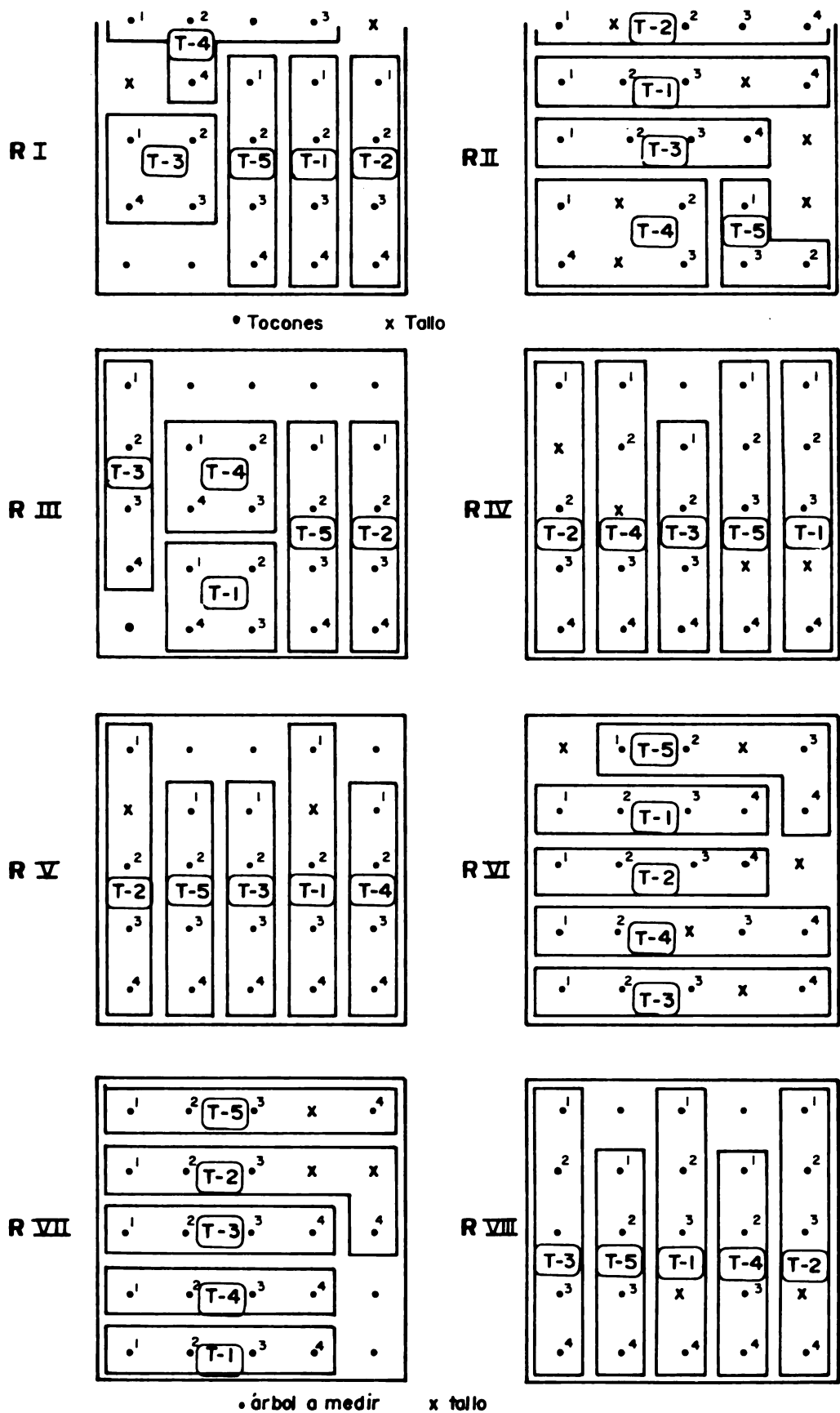


Figura 32. Esquema de distribución de las repeticiones y tratamientos del experimento 175 (89 - 04) sobre manejo de rebrotes de *Eucalyptus camaldulensis* en San Pedro Sula, Honduras

Para establecer el ensayo, hay que seleccionar un sitio que no tenga riesgos de inundaciones ni avalanchas; debe estar permanentemente protegido de la entrada de cualquier tipo de ganado. Por lo tanto, hay que revisar las cercas periódicamente. Es de suma importancia impedir la ocurrencia de incendios; esto se logra manteniendo el experimento libre de malezas, y haciendo barreras contra el fuego alrededor del ensayo.

Si existe la posibilidad de encharcamiento en alguna sección del sitio experimental, hay que hacer los drenajes necesarios, tanto dentro del sitio para sacar el agua, como en los alrededores, para evitar que ésta entre al sitio del ensayo. Hay que mantener los drenajes permanentemente limpios.

Está claro que las malezas provocan un efecto negativo sobre el crecimiento de los árboles. Al igual que en la mayoría de los cultivos, los ensayos forestales deben mantenerse adecuadamente limpios. La competencia por luz, agua y nutrientes que causan las malezas, alteran la respuesta de los tratamientos que están siendo probados, y el ensayo como tal pierde validez.

Cuando se realiza investigación forestal, principalmente cuando se estudian sistemas silviculturales, es muy importante ejercer un control adecuado de las plagas y enfermedades con el fin de lograr un análisis adecuado del resultado de los distintos tratamientos en estudio. Los productos químicos hay que aplicarlos siguiendo las especificaciones para evitar daños físicos a los árboles (y/o a los obreros). Cuando se estudian especies y/o procedencias, no es conveniente aplicar sistemas de control fitosanitario, ya que parte del objetivo del estudio es seleccionar especies o procedencias resistentes.

Si el ensayo va a ser establecido en terreno de propiedad privada, primero es aconsejable firmar un documento sencillo con el propietario y motivarlo para garantizar que el terreno donde se establecerá el ensayo no será eventualmente dedicado a otro uso y sea necesario cancelar el experimento sin que este haya terminado.

## CAPITULO 6

### RECOPIACION DE LA INFORMACION

Como ya se ha indicado, el establecimiento y mantenimiento de ensayos forestales es una actividad muy costosa y que requiere bastante tiempo para obtener resultados aceptables. Es en parte por estas razones que el técnico forestal está obligado a usar un sistema de toma, almacenamiento y procesamiento de los datos del experimento que garantice seguridad y alta calidad. Si estas condiciones no se dan, se puede estar seguro de que habrá problemas en el análisis e interpretación de los resultados.

Es muy frecuente que el técnico que diseña y establece un experimento no sea quien toma los datos de campo; también es común que durante la vida del experimento sean distintas personas quienes realizan las mediciones. Si esto es frecuente y no se toman las previsiones necesarias, se producen problemas como dificultad para localizar el experimento, confusión en la identificación de las repeticiones, dificultad para identificar los tratamientos y confusión en el orden de medición de los árboles de cada parcela al no saber cuál es el árbol 1, 2, 3 etc.

Si a lo anterior se agrega que no hay experiencia en el uso del equipo para medir las distintas variables, y falta de experiencia en el llenado de los distintos formularios, entonces el esfuerzo realizado será en vano.

Todo técnico que realice investigación forestal debe tomar las precauciones del caso, para garantizar la calidad de los resultados. Como ya fue descrito en el Capítulo 1, el Proyecto Madeleña utiliza a nivel de cada país de América Central un sistema de codificación que permite mantener la identificación de cada unidad de investigación. En este capítulo serán descritos los distintos formularios que deben conformar el registro de cada unidad experimental, ya sea parcela permanente, parcela temporal o ensayo formal (experimento).

En este registro o archivo de la unidad experimental hay que almacenar toda la información que se va generando; además, hay que mantenerla por duplicado en sitios distintos. Cada vez que se realizan mediciones nuevas, los datos hay que colocarlos en los dos registros. Estos deben ser manejados preferentemente por una sola persona, quien se responsabilizará de mantenerlos al día y en orden.

Como norma, cada vez que llega información nueva, ésta debe ser comparada árbol por árbol con los datos de la última medición, para garantizar que no se hayan producido inconsistencias. Si hay inconsistencias (por ejemplo que el árbol 10 en la medición anterior midió 19.5 cm de dap, y en la última medición, 15.5 cm), es necesario devolver lo antes posible la información al campo para que sea revisada. Si la inconsistencia persiste, hay que hacer las anotaciones correspondientes que expliquen el porqué de ese problema; de esta forma, a quien eventualmente le corresponda procesar la información se le facilitará la interpretación de los resultados. Si tiene oportunidad de llevar al campo copia de la última medición, esto le facilitará corroborar las mediciones directamente.

A continuación se describen cada uno de los formularios nuevos que debe contener el archivo de datos, los cuales han sido desarrollados para el sistema MIRA (basados en los estudios realizados por Ugalde\*, en 1988), y que están especialmente ajustados para que toda la información que se tome en el campo pueda pasar a formar parte de la base de datos silviculturales.

\* Ugalde, L. 1988. Effective information management in forestry: an application to fuelwood and multipurpose tree species reserved in Central America. PhD Thesis. University of Minnesota, U.S.A., 247 p.

## **Formularios del Sistema MIRA**

Como se ha podido observar, hasta aquí se ha explicado en detalle todo un sistema sencillo para medir los distintos componentes del árbol, en forma individual o como parte de una parcela o experimento; se han dado códigos, símbolos y unidades que deben ser utilizados según el caso que se esté estudiando.

Para manejar esta información, el sistema MIRA ha desarrollado toda una serie de formularios que serán descritos a continuación. Estos formularios deben ser utilizados en forma adecuada, para garantizar que la información que sea registrada en ellos pueda ser fácilmente utilizada por otras personas y, a la vez, que pueda ser almacenada sin problemas en la base de datos MIRA.

La forma adecuada para manejar estos formularios es colocándolos en orden lógico en una carpeta. Cada unidad de investigación (parcela permanente o experimento) debe tener su respectiva carpeta, la cual será identificada con el número de la unidad experimental correspondiente. Es de suma importancia que, por seguridad, cada carpeta tenga un duplicado completo en otro sitio; este duplicado debe mantenerse actualizado.

Estos formularios permiten describir las unidades de investigación, recopilar las características del sitio y del suelo, así como los datos de crecimiento y rendimiento de los árboles. Los primeros 14 formularios deben ser siempre utilizados para describir una parcela temporal o experimental; a los restantes formularios se les debe utilizar cuando se considere necesario o se tenga información para llenarla. Estos formularios se muestran en el Anexo 2.

MIRA 1— Descripción del experimento ( 4 páginas)

MIRA 2— Hoja de historial de experimento

MIRA 3— Sección del mapa del catastro

MIRA 4— Croquis del sitio

MIRA 5— Croquis del experimento o parcela

MIRA 6— Descripción de la parcela

MIRA 7— Descripción del sitio ( 2 páginas)

MIRA 8— Descripción del perfil del suelo ( 1 página)

MIRA 9— Características del suelo por parcela MIRA ( 2 páginas)

MIRA 10— Características del suelo por horizonte ( 2 páginas)

MIRA 11— Información meteorológica ( 1 página)

MIRA 12— Características del sitio de origen de las semillas ( 2 páginas )

MIRA 13— Proveedor de semillas ( 1 página)

**MIRA 14— Descripción botánica de la especie (1 página)**

**MIRA 15— Medición de árboles en pie (1 página)**

**MIRA 16— Medición de árboles podados por arriba (1 página)**

**MIRA 17— Medición de la biomasa por eje en árboles volteados (1 página)**

**MIRA 18— Formulario para medición de árboles en secciones para elaborar tablas del volumen (DRNR). (Form. 7).**

El formulario 1 codifica el experimento o parcela, el diseño utilizado, los tratamientos, cuándo fue establecido y si está o no activo.

Incluya una o dos hojas de historial para anotar el desarrollo del experimento (Form. 2).

Hay que adjuntar la sección de la hoja de catastro que muestre la localización del sitio (Form. 3).

Adjunte un croquis detallado de cómo llegar al sitio (Form. 4).

Adjunte un croquis detallado del ensayo o parcela permanente que muestre la distribución de las repeticiones, los tratamientos, y el orden de medición de los árboles (Form. 5).

El formulario 6 describe las características fisiográficas de cada parcela dentro del experimento, así como los riesgos de erosión, inundaciones, etc.

El formulario 7 describe la localización geográfica del experimento o parcela permanente, así como las características paisajísticas y riesgos de incendio.

El formulario 8 describe el sistema de muestreo del suelo, fecha del muestreo, clasificación del suelo, drenaje, fecha del muestreo, clasificación del suelo, drenaje, pedregocidad, profundidad etc.

El formulario 9 describe los resultados del análisis físico de suelos por horizonte.

En el formulario 10 se describen los resultados del análisis químico de suelos por horizonte.

El formulario 11 recopila los datos de precipitación y temperatura media mensual de la estación meteorológica más cercana al experimento.

Para facilitar el uso, un ejemplo debidamente lleno de todos los formularios se presenta en el anexo 7. Además, para asegurarse de que no habrá problemas en el uso de estos formularios, las notas explicativas de cómo utilizarlos se han impreso al reverso de cada uno.

En el formulario 12 se describen las características de localización, clima y del rodal donde fueron colectadas las semillas que están siendo utilizados en el experimento.

En el formulario 13 contiene información del proveedor de las semillas.

El formulario 14 presenta la descripción botánica de la especie en estudio.

El formulario 15 recoge los datos de crecimiento en altura, dap y características de forma del fuste; además, tiene tres columnas en blanco para incluir otras variables de interés; éste es el que más se utiliza para evaluar la mayoría de los ensayos y parcelas.

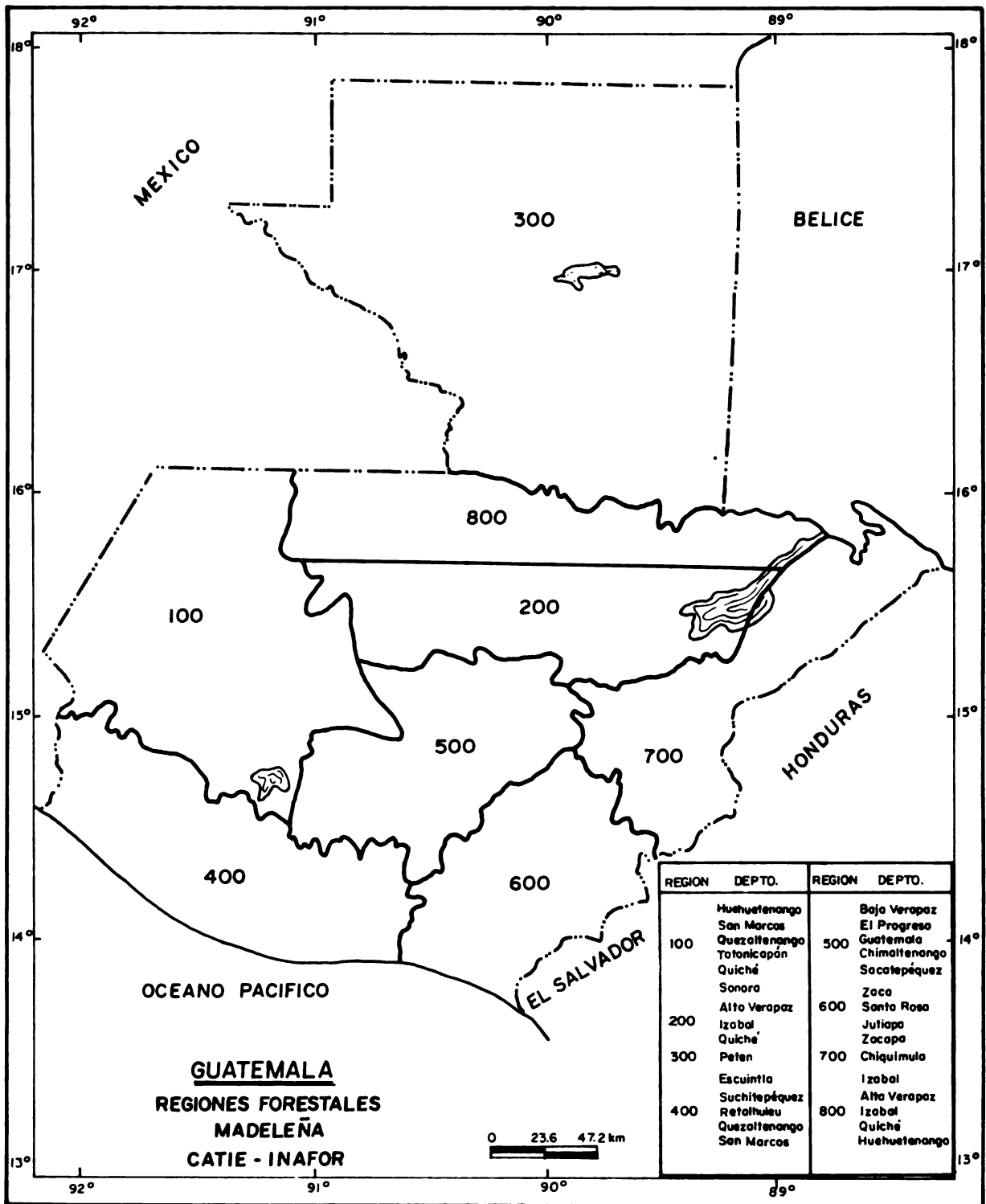
El formulario 16 es el que debe utilizarse cuando se están haciendo estudios en cercos vivos o en árboles para sombra en potrero, o sea, cuando se cuantifica el crecimiento y rendimiento de los rebrotes.

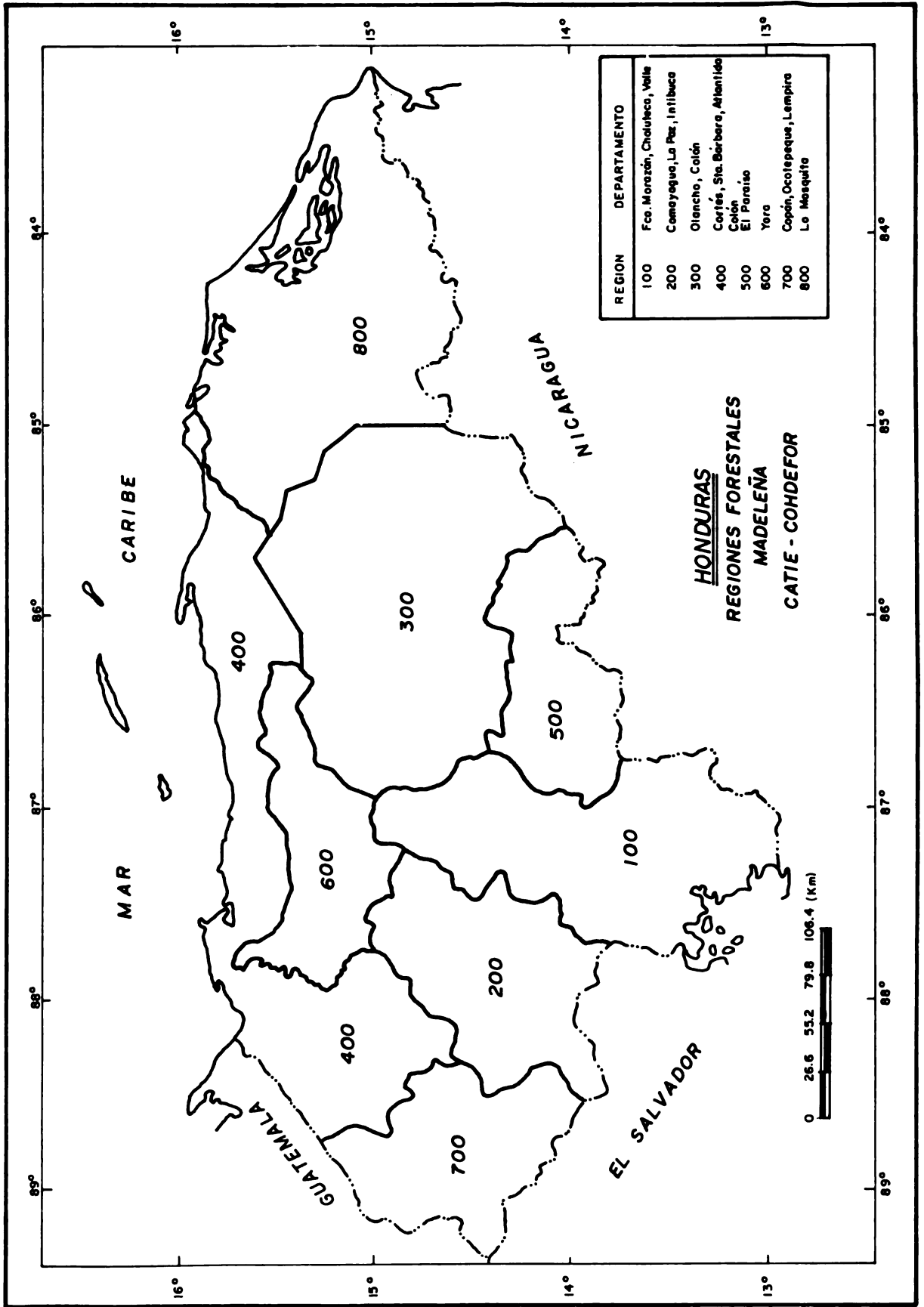
En el formulario 17 se registra la información de las parcelas de aprovechamiento y de cosecha del árbol total. Se recogen las dimensiones del árbol o de los ejes, así como de la producción (el peso) del fuste, ramas y follaje.

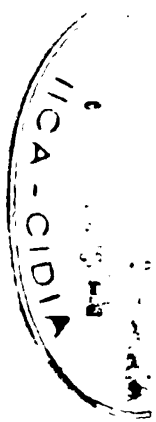
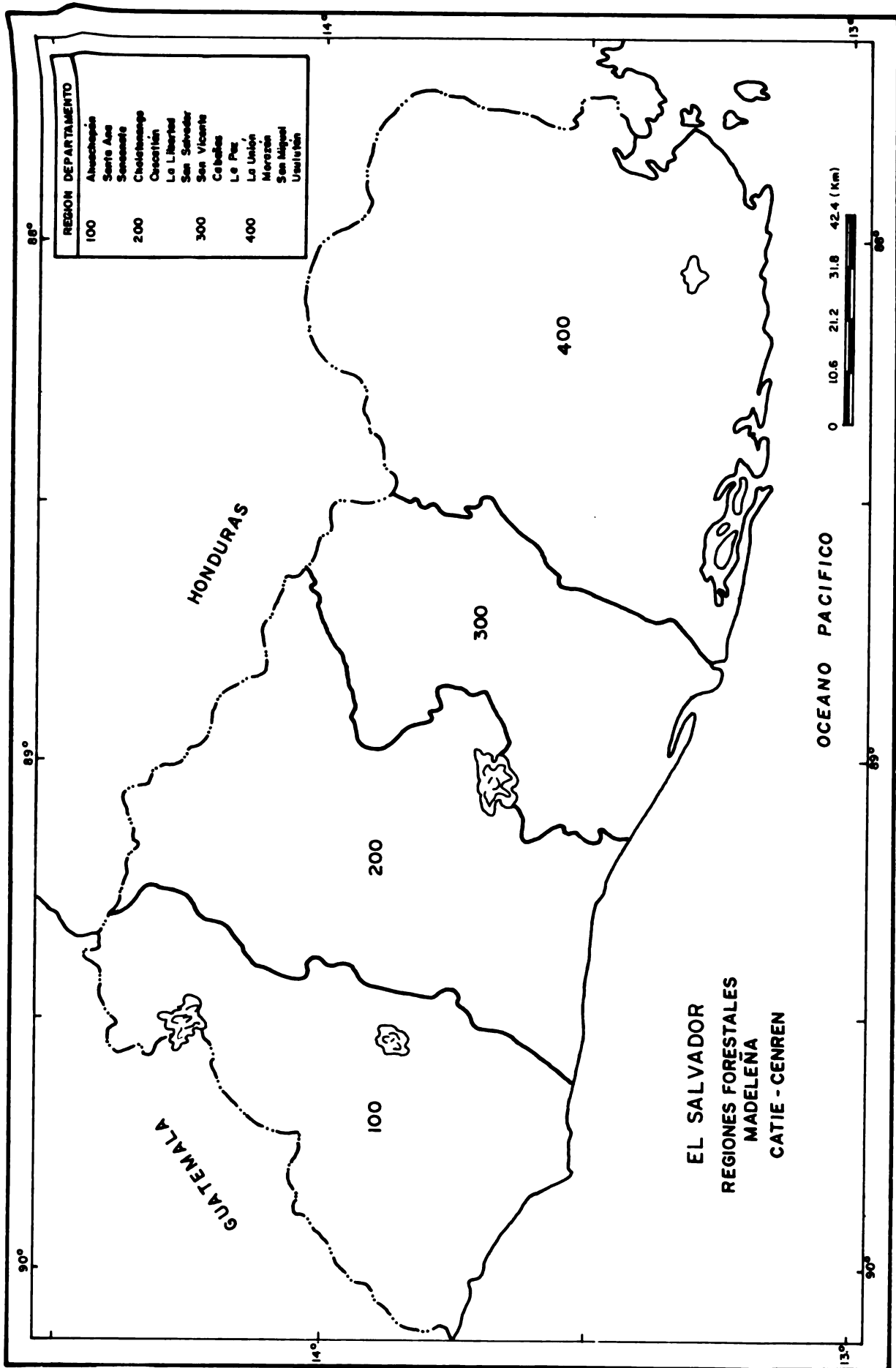
El formulario 18 debe ser utilizado para determinar el volumen de árboles cortados, haciendo uso del programa PSP. El Anexo 5 muestra los modelos que prueba el PSP.

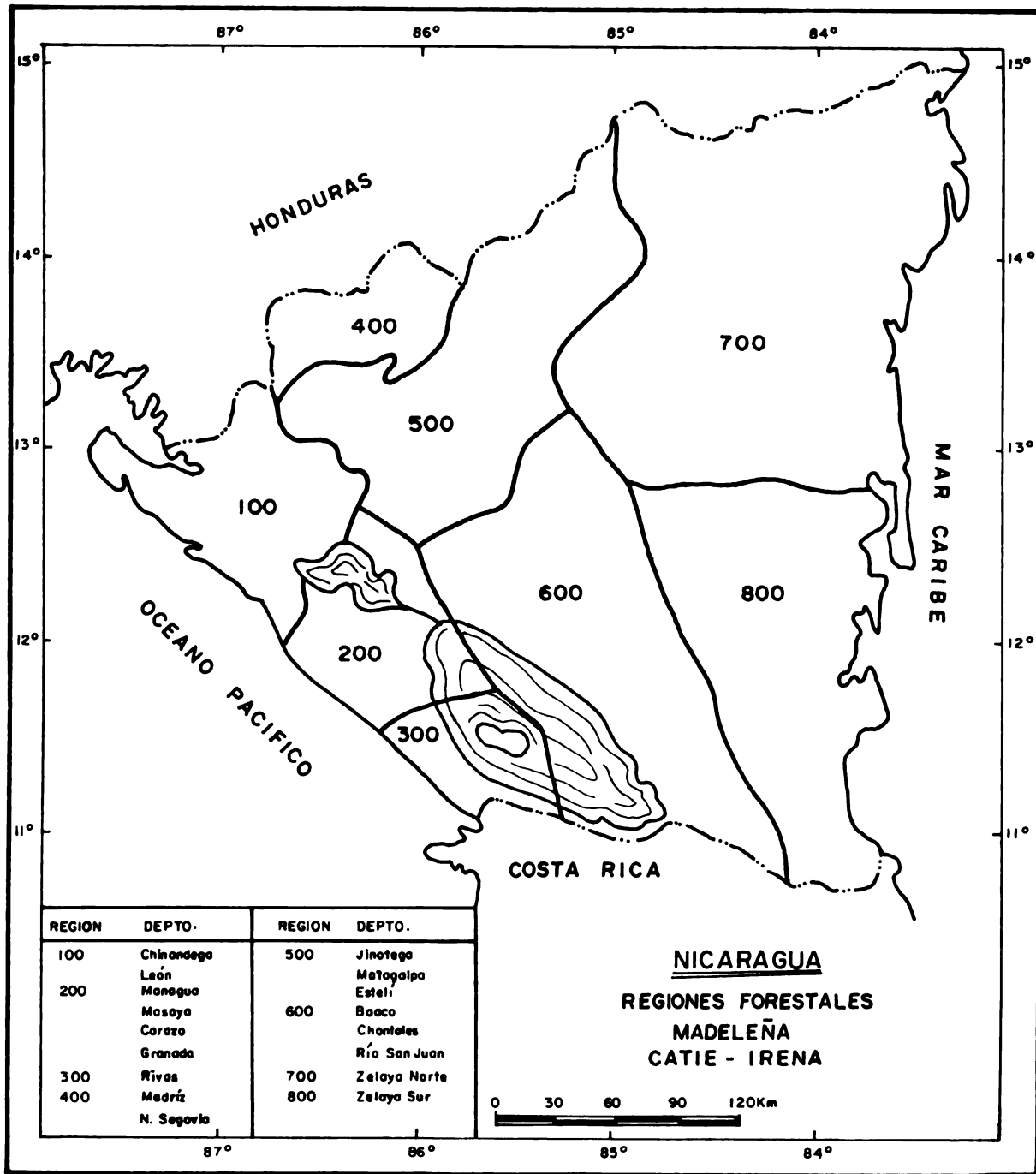


**ANEXO 1**  
**Regiones Forestales del**  
**Proyecto “Leña y Fuentes Alternas de Energía”.**

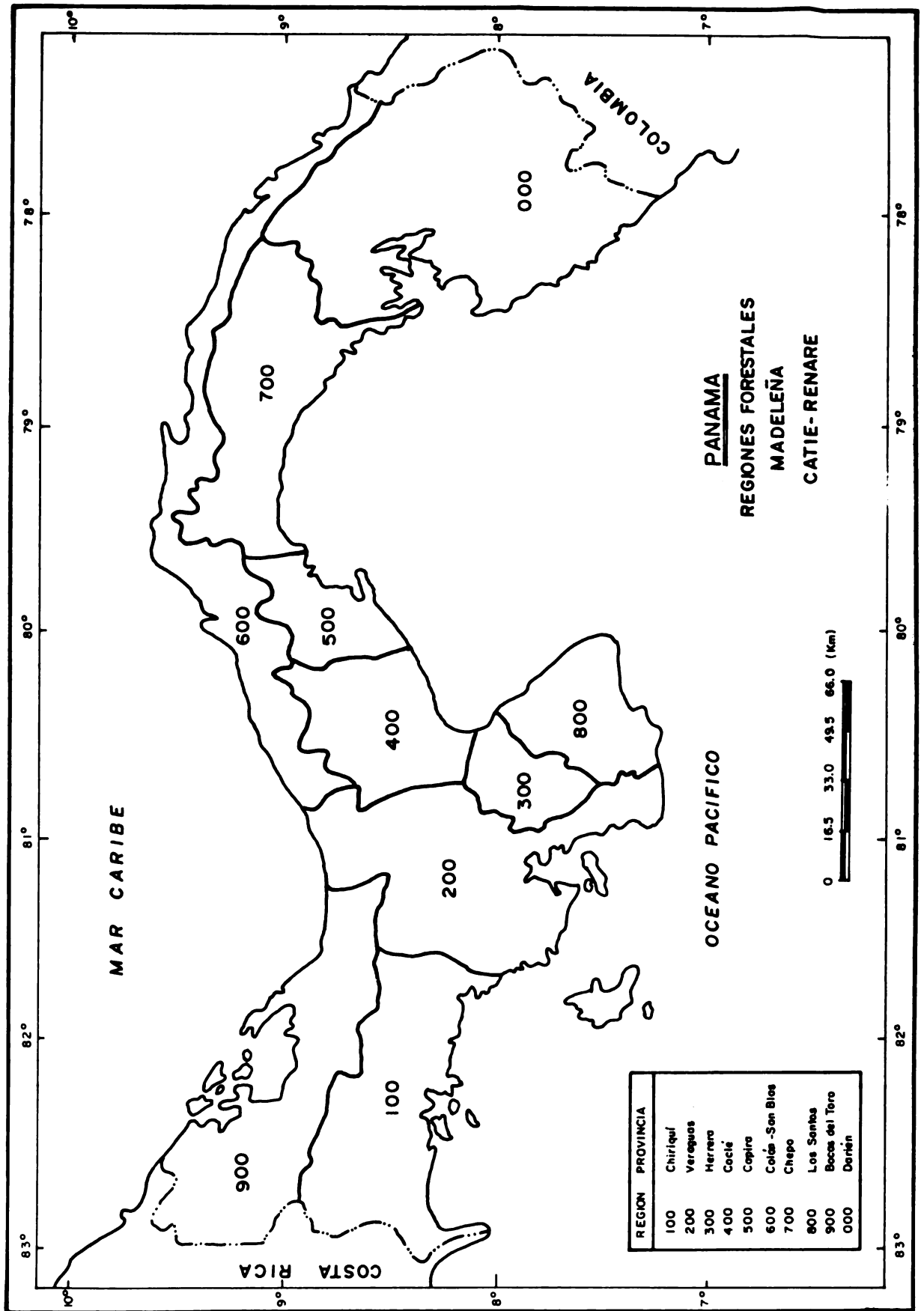












**ANEXO 2**  
**Juego de Formularios de Madeleña,**  
**utilizados en la descripción de ensayos o parcelas**



DESCRIPCION DE EXPERIMENTO  
(Silvicultura)

Código del país:  <sup>1</sup>

Código de experimento:  <sup>2</sup>

Código de proyecto o unidad:  <sup>3</sup>  
(una letra ej: L= Proyecto Leña-Madelená)

Número de sitio:  <sup>4</sup>

Número de lote dentro del sitio:  <sup>5</sup>

Código de tipo de ensayo: P = parcelas individuales,  
D = experimento con diseño estadístico  <sup>6</sup>

Código de tipo de diseño experimental:  
1= bloques completamente al azar,  <sup>7</sup>  
2= bloques irrestricto al azar, 3= factorial,  
4= cuadrado latino, 5= parcela subdividida, 6= nelder,  
7= otro: \_\_\_\_\_

Código de estado del experimento:  <sup>8</sup>  
CA = Cancelado o eliminado  
CO = Concluido o finalizado  
AS = Activo sin cambio  
AC = Activo con cambio

Número total de repeticiones:  <sup>9</sup>

Fecha de establecimiento (día-mes-año):  -  -  <sup>10</sup>

Duración esperada del experimento (años):  <sup>11</sup>

Número de perfil del suelo del experimento:  <sup>12</sup>

Eliminación de la vegetación:  
1= manual, 2= mecánico, 3= químico, 4= fuego, 5= animal  <sup>13</sup>  
códigos en orden de importancia (hasta 3)

Preparación del suelo antes de la plantación:  <sup>14</sup>  
0= no hay información, 1= ninguno, 2= arado  
3= subsolado (subsuelaje), 4= otro \_\_\_\_\_

Método de establecimiento de la plantación:  <sup>15</sup>  
0= no hay información 1= manual, 2= mecanico, 3= 1+2

Código de tipo de vegetación:  <sup>16</sup>  
0= no hay información  
1= plantación, 2= siembra directa,  
3= vegetación natural, 4= vegetación natural interplantada,  
5= vegetación natural + siembra directa

## DESCRIPCION DEL EXPERIMENTO

Indicaciones: para el uso del formulario

No. de Casilla	Información
1	Código del país, ver códigos en la guía de mediciones.
2	Código del experimento, use la numeración seriada de Madeleña para cada país.
3	Código del proyecto o unidad, use la primera letra del nombre del proyecto.
4	Número serial de sitio, use la numeración dada a cada sitio en el país según regiones (ver en la guía mediciones).
5	Número serial de lote, use el número del lote dentro del sitio de trabajo .
6	Indique con una letra si es parcela individual (p) o experimento con diseño estadístico (d) .
7	Use el número correspondiente según tipo de diseño experimental .
8	Se refiere al estado del experimento use códigos correspondiente: CA = aquellos experimentos que no llegaron a alcanzar su objetivo propuesto, y no se siguen midiendo CO = aquellos experimentos que sí cumplieron su objetivo y no se siguen midiendo AS = aquellos experimentos que mantienen el mismo objetivo, y se siguen midiendo AC = aquellos experimentos que cambiaron o ampliaron su objetivo, y se siguen midiendo
9	Indique el número de repeticiones.
10	Anote la fecha de inicio del experimento.
11	Anote durante cuantos años dará seguimiento al experimento.
12	Si hay descripción del suelo anote el número de codificación dado al perfil del suelo de ese sitio.
13	Anote con el código correspondiente, los sistemas que uso para controlar la maleza. Anote en orden de uso.
14	Anote con el número correspondiente el sistema de preparación del suelo.
15	Anote con el código correspondiente, el método de plantación utilizado.
16	Anote con el código correspondiente que tipo de vegetación predomina en el sitio.

DESCRIPCION DE EXPERIMENTO  
(Silvicultura)

Código de material vegetativo:

- 1= semilla, 2= planta en bolsa plástica,  17  
3= planta en otro tipo de envase, 4= estaca pequeña,   
5= estaca tipo poste, 6= pseudo-estaca (con poda de raíz o de hojas)  
7= raíz desnuda, 8= otro \_\_\_\_\_

Código de topografía:

- 0= no hay información, 1= plana, 2= cumbre o cima,  18  
3= escarpada, 4= cumbre redondeada, 5= pendiente media,   
6= terraza, 7= pendiente inferior, 8= depresión,  
9= varía dentro del experimento

Fertilización durante la plantación:

- 0= no hay información, 1= no, 2= si  19

Formula del fertilizante usado (macro y micro elementos, u orgánico): \_\_\_\_\_ 20

Cantidad de fertilizante:  21

Unidad de aplicación del fertilizante: 1= gr/árbol, 2= kg/ha  22

Método de aplicación del fertilizante:  23

- 1= en el hoyo, 2= alrededor del árbol,   
3= disperso en la plantación, 4= en líneas, 5= otro: \_\_\_\_\_

## DESCRIPCION DEL EXPERIMENTO

Indicaciones: para el uso del formulario

No. de Casilla	Información
17	Anote el código correspondiente que indica el tipo de planta que uso.
18	Anote el código correspondiente que describe la topografía de la parcela.
19	Anote el código correspondiente que indique si uso o no fertilización.
20	Anote la fórmula del fertilizante usado.
21	Anote la cantidad de fertilizante.
22	Anote la unidad de aplicación del fertilizante
23	Anote el código correspondiente que describa el método de aplicación del fertilizante utilizado

**DESCRIPCION DE EXPERIMENTO**  
 Descripción de niveles por factores para  
 experimentos con diseño estadístico  
 (Silvicultura)

Código del país:   <sup>1</sup> Código de experimento:    <sup>2</sup> Código de unidad  <sup>3</sup>

F A C T O R E S

Código de factores:    <sup>4</sup>         <sup>5</sup>         <sup>6</sup>

Descripción de factores: \_\_\_\_\_

Número de Niveles :                      D E S C R I P C I O N      D E      N I V E L E S

1	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
2	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
3	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
4	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
5	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
6	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
7	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
8	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
9	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
10	_____	_____	_____
	_____	_____	_____

\* Llenar solo si no hay código de factores

**DESCRIPCION DE EXPERIMENTO**  
 Descripción de niveles por factores para  
 experimentos con diseño estadístico  
 (Silvicultura)

Código del país:  <sup>1</sup> Código de experimento:  <sup>2</sup> Código de unidad  <sup>3</sup>

**F A C T O R E S**

Código de factores:  <sup>4</sup>  <sup>5</sup>  <sup>6</sup>

Descripción <sup>7\*</sup> de factores: \_\_\_\_\_

**Número de Niveles <sup>8</sup>                      D E S C R I P C I O N   D E   N I V E L E S**

11	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
12	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
13	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
14	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
15	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
16	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
17	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
18	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
19	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
20	_____	_____	_____
	_____	_____	_____

-----  
 \* Llenar solo si no hay código de factores

## DESCRIPCION DEL EXPERIMENTO

### Indicaciones para el uso del formulario

No. de  
Casilla Información

- 1 Código del país, use la guía de mediciones
- 2 Código del experimento, use la numeración seriada de Madeleña para cada país.
- 3 Código del proyecto o unidad, use la primera letra del nombre del proyecto.
- 4 Se refiere al primer factor que esta siendo considerado use código de tres letras de Madeleña (ver la guía de mediciones).
- 5 Se refiere al segundo factor que esta siendo considerado, use código de tres letras de Madeleña (ver la guía de mediciones).
- 6 Se refiere al tercer factor que esta siendo considerado, use código de tres letras de Madeleña (ver la guía de mediciones).
- 7 Si no tiene el anexo a mano escriba el nombre del factor
- 8 Describa los niveles que estan siendo probados en cada factor, anote el nombre o la dosis.

No. Experimento

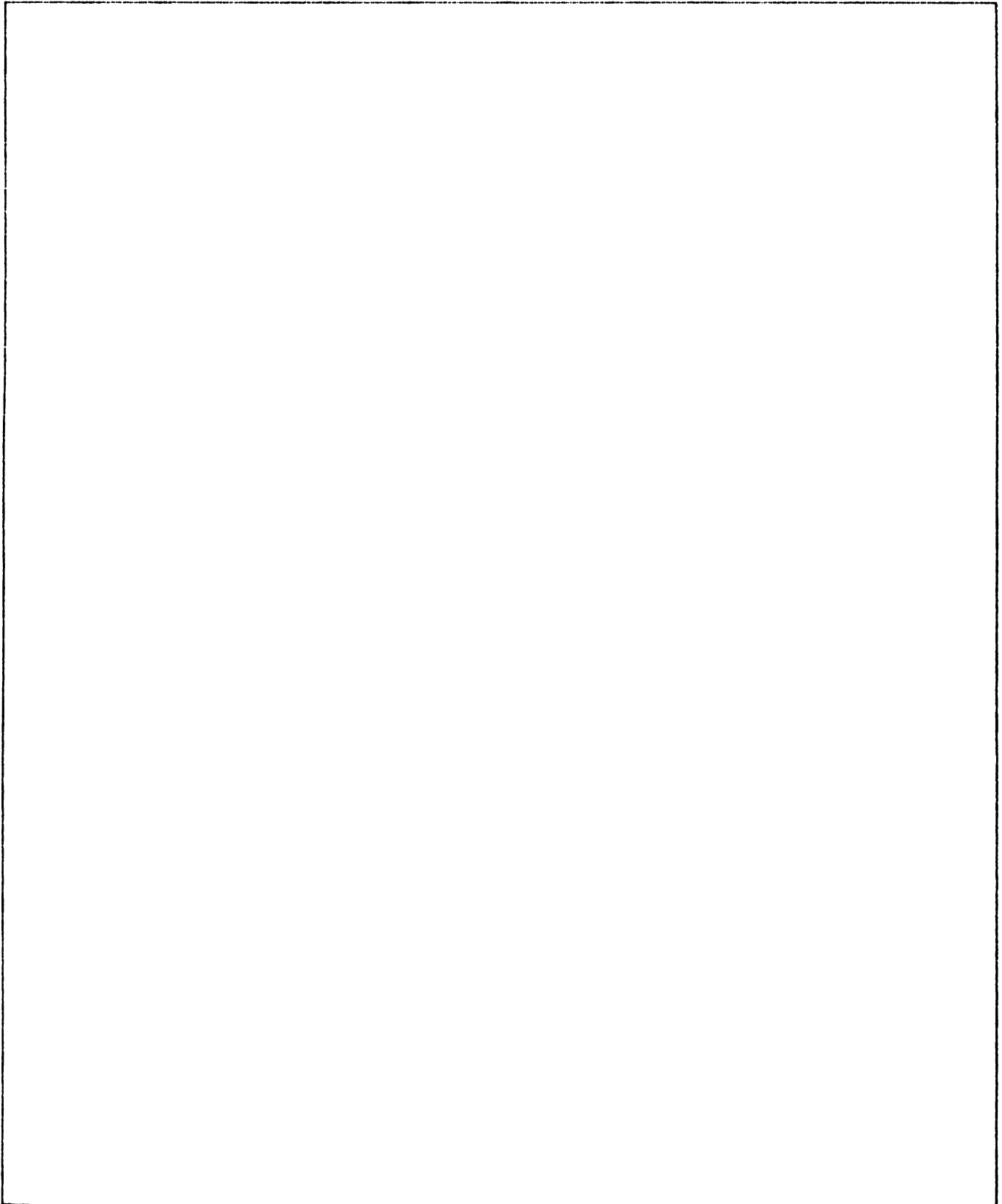
DESARROLLO DEL EXPERIMENTO  
(Historial)

Fecha e iniciales del que anota	D E T A L L E S



**SECCION DE LA HOJA CARTOGRAFICA**

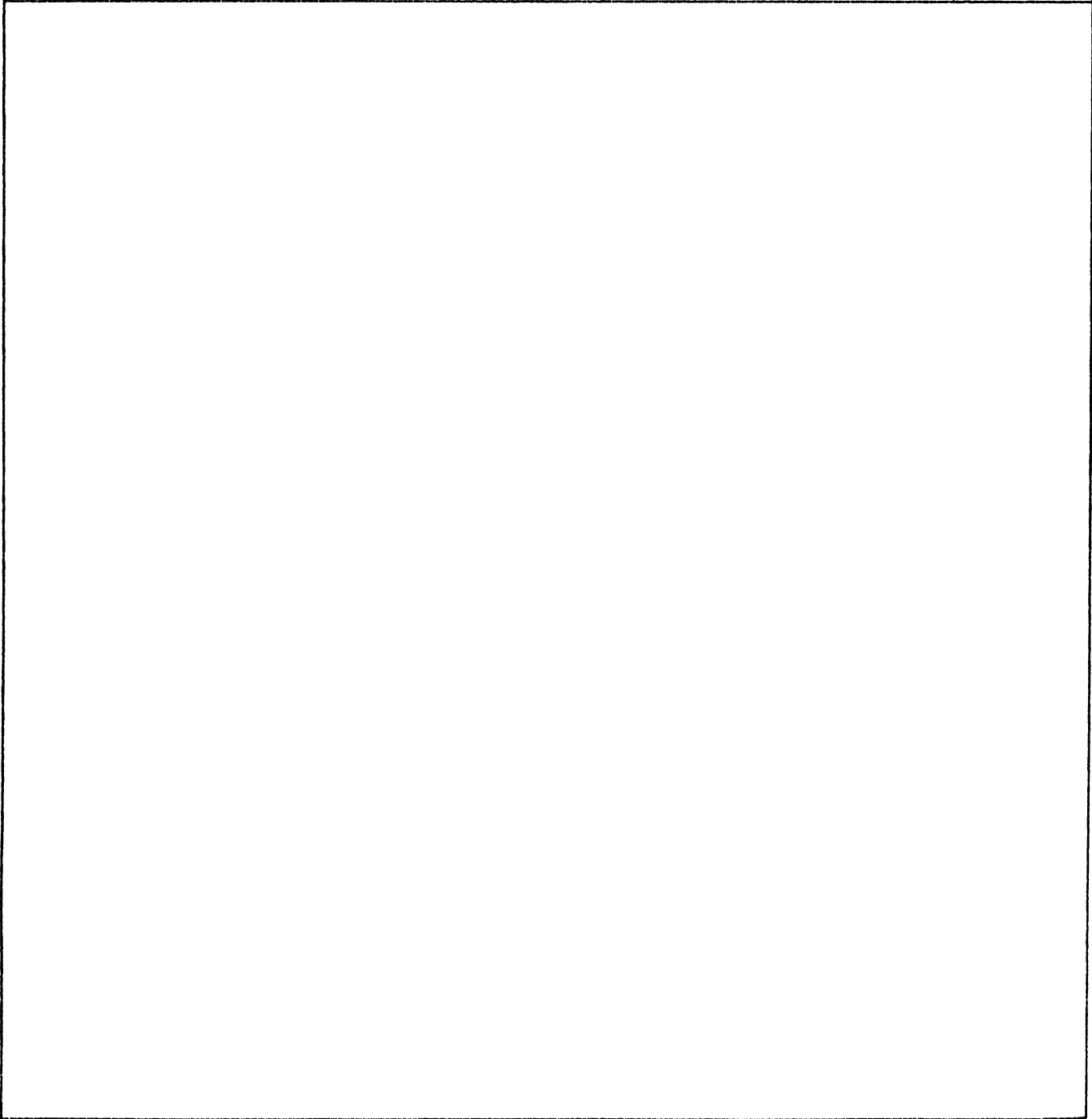
FORM 3



CROQUIS DEL SITIO

País   Sitio: -----     
CoExp     Lote(s) -----

Ubicación detallada del lote(s) dentro del sitio  
Escala 1: 1 cm =



## CROQUIS DEL EXPERIMENTO

País   Sitio: \_\_\_\_\_     
CoExp     Lote(s) \_\_\_\_\_

Esquema del lote/parcela, o sea, el diseño en el campo  
Escala 1: 1 cm =

DESCRIPCION DE PARCELA  
 (Silvicultura)

Código del país: <sup>1</sup>

Número del sitio: <sup>2</sup>

Código de experimento: <sup>3</sup>

Código de proyecto o unidad: <sup>4</sup>  
 (una letra ej. L= Proyecto Leña-Madeleña)

Código de tratamiento: <sup>5</sup>

Número de la repetición: <sup>6</sup>

Código de especie: <sup>7</sup>

Fecha de plantación (día-mes-año): <sup>8</sup> <sup>9</sup> <sup>10</sup>

Número serial de parcela en la base de datos:  
 ( uso interno) <sup>11</sup>

Número del lote dentro del sitio: <sup>12</sup>

Número de nivel del factor uno: <sup>13</sup> dos: <sup>14</sup> tres: <sup>15</sup>

Número de árboles originales en la parcela: <sup>16</sup>

Espaciamiento (cm): <sup>17</sup> X <sup>18</sup> X <sup>19</sup>

Area de la parcela: <sup>20</sup>, Unidad: 1= m<sup>2</sup>, 2= m <sup>21</sup>

Número de lote de semilla: <sup>22</sup>

Pendiente media en porcentaje: <sup>23</sup>

Código del aspecto de la parcela: <sup>24</sup>  
 0= no hay información, 1= norte, 2= este, 3= sur, 4= oeste, 5= llano

Código del viento: <sup>25</sup>  
 0= no hay información,  
 1= poco viento (no afecta crecimiento),  
 2= moderado (afecta poco el crecimiento)  
 3= muy ventoso (restrinje el crecimiento)

Código de inundación: <sup>26</sup>  
 0= no hay información, 1= nunca, 2= raro (< 1 mes/año)  
 3= ocasional (1 a 3 meses/año), 4= frecuentes (> 3 meses/años)

Código del drenaje externo: 1= libre, 2= impedido <sup>27</sup>

Código de erosión: <sup>28</sup>  
 0= no hay información 1= ninguna, 2= moderado,  
 3= severo, 4= muy severo

Código de pedregosidad superficial: <sup>29</sup>  
 0= no hay información, 1= poco (1-10%),  
 2= medio (10-30%), 3= alto (>30%)

## DESCRIPCION DE PARCELA

### Indicaciones para el uso del formulario

No. de Casilla	Información
1	Código del país, ver códigos en la guía de mediciones.
2	Anote el número de código correspondiente para el sitio en el país, use la división en regiones (ver mapa en la guía de mediciones)
3	Código del experimento, use la numeración seriada de Madeleña para cada país.
4	Código del proyecto o unidad, use la primera letra del nombre del proyecto.
5	Use un máximo de ocho letras para describirlo, siga la descripción del capítulo 6 de la guía de mediciones.
6	Anote el número de repeticiones.
7	Anote las primeras cuatro letras del género y las dos primeras letras de la especie.
8	Fecha de plantación.
9	Número de parcela generado por el sistema MIRA.
10	Numero de lote, use el número del lote dentro del sitio de trabajo.
11	Anote cuántos niveles tiene el factor uno del experimento. Si el factor uno es fertilización, indique cuantos niveles o dosis usa.
12	Anote cuántos niveles tiene el factor dos del experimento. Si el factor dos es espaciamientos indique cuantos espaciamientos usa.
13	Anote cuántos niveles tiene el factor tres del experimento. Si el factor tres es preparación del sitio indique cuántos sistemas para preparar el sitio usa.
14	Número de árboles originales en la parcela.
15	Anote el espaciamiento entre árboles. (cm.)
16	Anote el área útil de la parcela en metros cuadrados
17	Si se trata de una cerca anote la separación de los árboles en metros.
18	Anote el número del lote de semilla según el distribuidor (BLSF, SCIRO, OFI, DANIDA.)
19	Anote la pendiente promedio de la parcela del sitio en porcentaje.
20	Anote el código correspondiente que describe el aspecto geográfico de la parcela.
21	Anote el código correspondiente que describa la situación del viento en la parcela.
22	Anote el código correspondiente que describa el riesgo de inundación de la parcela.
23	Anote el código correspondiente que describa el drenaje de la parcela.
24	Anote el código correspondiente que describa el grado de erosión de la parcela.
25	Anote el código correspondiente que describa el grado de pedregosidad de la parcela.

DESCRIPCION DEL SITIO

Código del país:

Número de sitio:

Nombre del sitio: \_\_\_\_\_

Nombre del dueño: \_\_\_\_\_

Clasificación del dueño:

0=no hay información, 1=individual, 2= terreno comunal, 3=grupo  
organizado, 4=industria estatal, 5=instituto o agencia estatal  
6=industria privada, 7=instituto o agencia privada, 8= otro

Dirección y distancia en km del sitio al pueblo (caserio) mas cercano:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Localización del sitio (distrito, cantón, provincia, estado):  
\_\_\_\_\_

Zona de vida (sistema Holdrige):

Latitud en grados: , Minutos:  Norte= N, Sur = S:

Longitud en grados: , Minutos:  Este= E, Oeste= O:

Tipo de suelo según mapa edáfico: \_\_\_\_\_

Fuente de información: \_\_\_\_\_

Elevación en (msnm):

Código de paisaje:

0= no hay información 1 = ciénaga o pantano,  
2 = llanura de inundación, 3 = plano, 4 = ondulado,   
5 = con colinas, 6 = con colinas fragmentadas,  
7 = fuertemente escarpado, 8 = montañoso

Código de fuego:

0= no hay información, 1= nunca, 2= raro (< 1 por año),  
3= anuales (1 por año), 4= frecuentes (varias veces por años)

Código de la estación meteorológica para precipitación:

Código de la estación meteorológica para temperatura:

## DESCRIPCION DEL SITIO

### Indicaciones para el uso del formulario

Casilla	Información
1	Código del país, use la guía de mediciones.
2	Anote el número de código correspondiente para el sitio en el país, use la división en regiones. (ver mapa adjunto.)
3	Anote claramente el nombre del sitio.
4	Anote el nombre del propietario
5	Anote el código correspondiente que describa la clasificación del propietario del terreno.
6	Anote la dirección y distancia en Km. del caserío más cercano
7	Anote el distrito, cantón, provincia o estado a que pertenece el sitio.
8	Con ocho letras indique la zona de vida observando la clasificación Holdridge.
9	Anote la latitud geográfica del sitio dando los grados y minutos y si es norte o sur.
10	Anote la longitud geográfica del sitio dando los grados y minutos y si es este u oeste
11	Describa el tipo de información o referencia del mapa de suelos.
12	Anote la fuente de información o referencia del mapa de suelos.
13	Anote la elevación del sitio.
14	Anote el código correspondiente que describa el paisaje del sitio.
15	Anote el código correspondiente que describa el riesgo de incendio.
16	Anote el código de la estación meteorológica de donde se toman los datos de precipitación.
17	Anote el código de la estación meteorológica de donde se toman los datos de la temperatura.

DESCRIPCION DEL SITIO

Distancia del sitio a la estación meteorológica representativa más cercana en km x 10:

--	--	--

Diferencia de elevación (elevación en metros de la estación meteorológica menos la elevación del sitio):

--	--	--

Signo de la diferencia (+ o -):

Frecuencia de heladas:

- 0= no hay información,
- 1= nunca, 2= raro (al menos una vez al año),
- 3= común (varias veces por año)



## DESCRIPCION DEL SITIO

Indicaciones para el uso del formulario

Casilla	Información
18	Anote la distancia aproximada en Km*10 del sitio de trabajo a la estación meteorológica
19	Anote la diferencia en elevación (m) entre la estación meteorológica y el sitio de trabajo.
20	Anote el signo de esa diferencia si es +/-.
21	Anote el código correspondiente que describa la frecuencia con que ocurren helados en el sitio.

DESCRIPCION DE PERFIL DEL SUELO

Código de país: <sup>1</sup>

Número del sitio dentro del país: <sup>2</sup>

Nombre del laboratorio: \_\_\_\_\_ <sup>3</sup>

Fecha de muestreo del perfil del suelo (día-mes-año):   <sup>4</sup>

Número del perfil (número serial por país) <sup>5</sup>

Código del perfil: <sup>6</sup>

Localización del perfil: \_\_\_\_\_ <sup>7</sup>

Tipo de muestreo: 0= no hay información, 1= por horizonte, <sup>8</sup>  
2= por profundidad fija

Fecha del análisis de suelo (mes-año):  <sup>9</sup>

Documento de referencia de perfil del suelo: \_\_\_\_\_ <sup>10</sup>

Clasificación basada en la Taxonomía de suelos (orden, suborden, gran grupo, subgrupo, y familia): \_\_\_\_\_ <sup>11</sup>

Drenaje interno: \_\_\_\_\_ <sup>12</sup>  
0= no hay información, 1= libre, 2= moderado, 3= impedido

Fisiografía (relieve, topografía): \_\_\_\_\_ <sup>13</sup>

Tipo de erosión: \_\_\_\_\_ <sup>14</sup>

Pedregosidad: \_\_\_\_\_ <sup>15</sup>

Material madre (parental): \_\_\_\_\_ <sup>16</sup>

Existencia capa freática: \_\_\_\_\_ <sup>17</sup>  
0= no hay información, 1= no existe capa hasta 1 metro de profundidad, 2= existe capa

Profundidad de la capa Freatica (cm): <sup>18</sup>

Pendiente promedio(%): <sup>19</sup>

Elevación (msnm): <sup>20</sup>

Latitud en grados: , Minutos:  Norte= N, Sur = S: <sup>21</sup>

Longitud en grados: , Minutos:  Este= E, Oeste= O: <sup>22</sup>

## DESCRIPCION DE PERFIL DEL SUELO

### Indicaciones para el uso del formulario

Casilla	Información
1	Código del país, use la guía de mediciones.
2	Anote el número de código correspondiente para el sitio en el país, use la división en regiones.(ver mapa adjunto.)
3	Anote el nombre del laboratorio donde realizó los análisis
4	Anote día,mes y año en que relizó el muestreo.
5	Anote el número del perfil, del horizonte que le corresponde según el número serial de cada país.
6	Anote el código del perfil que le asignó el edafólogo.
7	De la localización del perfil
8	Indique con el número de código correspondiente el tipo de muestreo
9	Anote la fecha:día,mes y año en que se realizó el muestreo.
10	De la referencia donde esta descrito el perfil.
11	Anote la clasificación del suelo correspondiente.
12	Anote el número de código correspondiente al tipo de drenaje del sitio.
13	Describa la fisiografía del sitio.
14	Describa el tipo de erosión si hay.
15	Describa la pedregosidad.
16	Describa el tipo de material parental.
17	Anote el número de código correspondiente que describa la presencia de capa freática.
18	Anote a que profundidad esta la capa freática en metros
19	Anote la pendiente del sitio en porcentaje.
20	Anote la elevación en metros del sitio.
21	Anote la latitud en grados y minutos del sitio
22	Anote la longitud en grados y minutos del sitio

**CARACTERISTICAS DEL SUELO POR PARCELA**  
(Datos tomados en el campo)

Código del país:  <sup>1</sup>

Código de experimento:  <sup>2</sup>

Código de proyecto o unidad:  <sup>3</sup>  
(una letra ej. L= Proyecto Leña-Madeleña)

Código del factor uno:  <sup>4</sup> Número del nivel:  <sup>5</sup>

Código del factor dos:  <sup>6</sup> Número del nivel:  <sup>7</sup>

Código del factor tres:  <sup>8</sup> Número del nivel:  <sup>9</sup>

Número de la repetición:  <sup>10</sup>

Código de tratamiento:  <sup>11</sup>

Número de parcela en la base de datos:  <sup>12</sup>  
(uso interno)

Número de perfil del suelo relacionado con esta parcela:  <sup>13</sup>

Código de textura del primer horizonte:  
01= arena, 02= arena franca, 03= franco arenoso,  <sup>14</sup>  
04= franco arenoso fino, 05= franco arenoso muy fino,  
06= franco, 07= franco limoso, 08= franco arcilloso,  
09= franco arcillo arenoso, 10= franco arcillo limoso,  
11= arcilla arenosa, 12= arcilla limosa, 13= arcilla

Profundidad efectiva del suelo en cm (máximo 1 metro):  <sup>15</sup>

Código de compactación de la capa superior del suelo:  <sup>16</sup>  
0= no hay información,  
1= poco compactado o mínimo ( sin restricción al crecimiento)  
2= medianamente compactado (restringe moderadamente al crecimiento)  
3= muy compactado (restringe fuertemente el crecimiento)

Compactación con penetrometro (kg/cm<sup>2</sup>):  <sup>17</sup>

Presencia de capa dura o capa de piedra:  <sup>18</sup>  
0= no hay información, 1= no, 2= si

Profundidad de la capa dura (cm):  <sup>19</sup>

Nombre de la capa: \_\_\_\_\_ <sup>20</sup>

Código de pedregosidad superficial:  <sup>21</sup>  
0= no hay información, 1= poca (1-10%),  
2= media (10-30%), 3= alta (>30%)

**CARACTERISTICAS DEL SUELO POR PARCELA**  
(Datos tomados en el campo)

**Indicaciones para el uso del formulario**

<b>Casilla</b>	<b>Información</b>
1	Código del país, use la guía de mediciones.
2	Código del experimento, use la numeración seriada de Madeleña para cada país.
3	Código del proyecto o unidad, use la primera letra del nombre del proyecto.
4y5	Anote el código de tres letras correspondiente al factor uno e indique el número de niveles de ese factor.
6y7	Anote el código de tres letras correspondiente al factor dos e indique el número de niveles de ese factor.
8y9	Anote el código de tres letras correspondiente al factor tres e indique el número de niveles de ese factor.
10	Anote el número de repeticiones.
11	Use un máximo de ocho letras para describirlo, siga la descripción dada en el CAP.6 de la guía
12	Número serial dado por el sistema MIRA
13	Anote el número del perfil de suelo correspondiente a esta parcela.
14	Anote el número de código correspondiente que caracterise la textura del sitio.
15	Anote la profundidad efectiva del suelo en centímetros.
16	Anote el número de código correspondiente que describa el grado de compactación del suelo.
17	Anote el grado de compactación en kilogramos por centímetro cuadrado.
18	Anote el número de código respectivo para indicar la presencia de capa dura.
19	Anote a que profundidad esta la capa dura (cm).
20	Anote el nombre de la capa dura.
21	Anote el número de código respectivo que describa el grado de pedregosidad.

CARACTERISTICAS DEL SUELO POR PARCELA  
(Datos tomados con barreno o pala)

Código de drenaje interno:

0= no hay información, 1= libre, 2= moderado, 3= impedido

22

Presencia de la capa freática:  23

0= no hay información,

1= no existe capa hasta 1 metro de profundidad,

2= existe capa

Profundidad de la capa freática (cm):

24

**CARACTERISTICAS DEL SUELO POR PARCELA**  
(Datos tomados con barreno o pala)

Indicaciones para el uso del formulario

Casilla	Informacion
22	Anote el número de código correspondiente que describa el tipo de drenaje del sitio.
23	Anote el número de código correspondiente que describa la presencia de una capa freática.
24	Anote a que profundidad está la capa freática.

CARACTERISTICAS DEL SUELO POR HORIZONTE

Código de país: <sup>1</sup>

Número del perfil (número serial por país): <sup>2</sup>

Número de laboratorio de la muestra: <sup>3</sup>

Número serial del horizonte dentro del perfil del suelo: <sup>4</sup>

Código de horizonte del suelo: <sup>5</sup>

Profundidad superior en (cm): <sup>6</sup>

Profundidad inferior en (cm): <sup>7</sup>

Código de clase de estructura (clasificación de la FAO): <sup>8</sup>

Color Munsell (de suelo fresco):  /  / <sup>9</sup>

Arena (%): <sup>10</sup>

Limo (%): <sup>11</sup>

Arcilla (%): <sup>12</sup>

Código clase de textura: <sup>13</sup>

pH: <sup>14</sup>

Código de pH: 1= agua, 2= KCL <sup>15</sup>

Calcio extraíble en (ml) por 100 ml de suelo: <sup>16</sup>

Magnesio extraíble en (ml) por 100 ml de suelo: <sup>17</sup>

Potasio extraíble en (ml) por 100 ml de suelo: <sup>18</sup>

Carbón (%): <sup>19</sup>

Nitrogeno (%): <sup>20</sup>

Sodio (meq) por 100 gramos de suelo: <sup>21</sup>

Aluminio (meq) por 100 gramos de suelo: <sup>22</sup>

Fósforo disponible ug/ml de suelo: <sup>23</sup>

Zinc en (ug/ml): <sup>24</sup>

Manganeso (ug/ml): <sup>25</sup>



## CARACTERISTICAS DEL SUELO POR HORIZONTE

### Indicaciones para el uso del formulario

Casilla	Información
1	Código del país, use la guía de mediciones.
2	Anote el número del perfil del horizonte que le corresponde según el número serial de cada país.
3	Anote el número que el laboratorio dió a la muestra.
4	Anote el número serial del horizonte dentro del perfil dado por el edafólogo.
5	Anote el código correspondiente al horizonte dado por el edafólogo.
6	Anote la profundidad del horizonte superior (cm).
7	Anote la profundidad del horizonte inferior (cm).
8	Usando la clasificación de FAO de el código para la clase de estructura.
9	Usando las tablas de Munsell anote el código de color del suelo
10	Anote el porcentaje de arena.
11	Anote el porcentaje de limo.
12	Anote el porcentaje de arcilla.
13	Anote el código que describa la textura del suelo.
14	Anote el pH de la muestra.
15	Anote si el pH fue determinado en agua o en KCl.
16	Anote la cantidad de Ca extractable * 100 en ml.
17	Anote la cantidad de Mg extractable * 100 en ml.
18	Anote la cantidad de K extractable * 100 en ml.
19	Anote el porcentaje de carbon.
20	Anote el porcentaje de nitrógeno.
21	Anote los meq de Na * 100g de suelo.
22	Anote los meq de Al * 100g de suelo.
23	Anote los meq de P * 100g de suelo.
24	Anote la cantidad de Zn en ug/ml.
25	Anote la cantidad de Mn en ug/ml.

CARACTERISTICAS DEL SUELO POR HORIZONTE

Hierro (ug/ml):  26

Cobre (ug/ml):  27

Sulfuro (ug/ml):  28

Boro (ug/ml):  29

Intercambio de calcio (meq) por 100 gramos de suelo:  30

Intercambio de magnesio (meq) por 100 gramos de suelo:  31

Intercambio de potasio (meq) por 100 gramos de suelo:  32

Intercambio de cationes (meq) por 100 gramos de suelo:  33

Material organico (%):  34

Saturación de base (%):  35

Retención de humedad en 0.3 bars:  36

Retención de humedad en 15 bars:  37

Número de documento de referencia:  38

Nombre del documento de referencia: \_\_\_\_\_ 39

---

Otra descripción de suelo: 0= no hay información, 1= no, 2= si  40

## CARACTERISTICAS DEL SUELO POR HORIZONTE

### Indicaciones para el uso del formulario

Casilla	Información
26	Anote la cantidad de Fe en ug/ml.
27	Anote la cantidad de Cu en ug/ml.
28	Anote la cantidad de S en ug/ml.
29	Anote la cantidad de Bo en ug/ml.
30	Anote la capacidad de intercambio de Ca en meg*100g de suelo.
31	Anote la capacidad de intercambio de Mg en meg*100g de suelo.
32	Anote la capacidad de intercambio de K en meg*100g de suelo.
33	Anote la capacidad de intercambio de cationes en meg*100g de suelo.
34	Anote el porcentaje de materia orgánica.
35	Anote el porcentaje de saturación de bases.
36	Anote la retención de humedad en 0.3 bars.
37	Anote la retención de humedad en 15 bars.
38	Anote el número o la referencia del documento que utilizó.
39	Nombre del documento que utilizó.
40	Indique si hay otra descripción del suelo para esta muestra o sitio.

**INFORMACION METEOROLOGICA**

Código de país  <sup>1</sup>  
 Número de la estación meteorológica  <sup>2</sup>  
 Nombre de la estación: \_\_\_\_\_ <sup>3</sup>  
 Localización ( distrito, cantón, provincia, país): \_\_\_\_\_ <sup>4</sup>

Latitud en grados  <sup>5</sup>

Latitud en minutos  <sup>6</sup>

Posición de la latitud: N= norte, S= sur  <sup>7</sup>

Longitud en grados  <sup>8</sup>

Longitud en minutos  <sup>9</sup>

Posición de la longitud: E= este, O= oeste  <sup>10</sup>

Altitud en (msnm)  <sup>11</sup>

Zona de vida (clasificación Holdridge)  <sup>12</sup>

Primer año de observaciones para precipitación  <sup>13</sup>

Ultimo año de observaciones para precipitación  <sup>14</sup>

**Promedio mensual de precipitación:**

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic

<sup>15</sup>

Promedio anual de precipitación (mm)  <sup>16</sup>

Precipitación máxima registrada en el primer año (mm)  <sup>17</sup>

Precipitación mínima registrada en el primer año (mm)  <sup>18</sup>

Primer año de observación para temperatura  <sup>19</sup>

Ultimo año de observación para temperatura  <sup>20</sup>

**Promedio mensual de temperatura en grados centígrados X 10:**

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic

<sup>21</sup>

Premedio anual de temperatura  <sup>22</sup>

Temperatura máxima  <sup>23</sup>

temperatura minima  <sup>24</sup>

Ultimo año  <sup>25</sup>

## INFORMACION METEOROLOGICA

Indicaciones para el uso del formulario

Casilla	Información
1	Código del país, use la guía de mediciones.
2	Anote el número de la estación meteorológica en el país.
3	Anote el nombre completo de la estación meteorológica.
4	Anote la localización de la estación meteorológica distrito, cantón, país.
5	Anote los grados de latitud de la estación meteorológica.
6	Anote los minutos de latitud de la estación meteorológica.
7	Anote la posición de la latitud si es norte o sur.
8	Anote los grados de longitud de la estación meteorológica.
9	Anote los minutos de longitud de la estación meteorológica.
10	Anote la posición de la longitud se es este u oeste.
11	Anote la altitud de la estación meteorológica.
12	Con cinco letras describa la zona de vida según Holdridge.
13	Anote cuando fue el primer año de record para la precipitación.
14	Anote cuando fue el último año de record para la precipitación.
15	Anote en cada casilla el promedio mensual de la precipitación.
16	Anote el promedio anual de la precipitación.
17	Anote la precipitación máxima que se registro el primer año.
18	Anote la precipitación mínima que se registró el primer año.
19	Anote cuando fue el primer año de record para la temperatura.
20	Anote cuando fue el último año de record para la temperatura.
21	Anote en cada casilla el promedio mensual*10 de la temperatura.
22	Anote el promedio anual*10 de la temperatura.
23	Anote la temperatura máxima*10.
24	Anote la temperatura mínima*10.
25	Anote el último año en que se registró la temperatura.

### CARACTERISTICAS DEL SITIO DE ORIGEN DE LAS SEMILLAS

Nombre botánico de la especie: \_\_\_\_\_ 1  
Código de la especie: <sup>2</sup>  
Número de lote de semillas BLSF, CATIE: <sup>3</sup>  
Número del proveedor: <sup>4</sup>  
Número de lote especificado por el proveedor <sup>5</sup>  
Número original de la fuente de la semilla del proveedor: <sup>6</sup>  
País de procedencia de la semilla: \_\_\_\_\_ 7  
Localización de la procedencia de la semilla (Cantón, Prov-Estado-País): \_\_\_\_\_ 8  
Altitud en (msnm): <sup>9</sup>  
Latitud en grados: <sup>10</sup>, minutos: <sup>11</sup>, N= norte, S= sur: <sup>12</sup>  
Longitud en grados: <sup>13</sup>, minutos: <sup>14</sup>, E= este, O= oeste: <sup>15</sup>  
Fecha del registro: <sup>16</sup>  
Unidad de peso de la semilla registrada: 1= kg, 2= g <sup>17</sup>  
Cantidad registrada: <sup>18</sup>  
Drenaje externo: \_\_\_\_\_ 19  
Precipitación media anual: <sup>20</sup>  
Tipo de precipitación: <sup>21</sup>  
0= no hay información, 1= estación seca,  
2= estación lluviosa, 3= durante estación  
seca y lluviosa, 4= otro \_\_\_\_\_  
Criterio para meses secos en (mm): 001-999, -88=no se conoce <sup>22</sup>  
Número de meses secos por año: <sup>23</sup>  
00 - 12 meses, 13= falta información de la estación  
seca acerca de los meses secos, 14= no hay información  
Temperatura media anual en grados centígrados: <sup>24</sup>  
Código de frecuencia de escarcha: <sup>25</sup>  
0= no hay información, 1= nunca,  
2= raro, 3= común, 4= cada año, 5= otros \_\_\_\_\_

## CARACTERISTICAS DEL SITIO DE ORIGEN DE LAS SEMILLAS

### Indicaciones para el uso del formulario

Casilla	Información
1	Anote el nombre científico de la especie.
2	Anote las primeras cuatro letras del género y las dos primeras letras de la especie.
3	Anote el número de lote de semillas con el nombre del proveedor (BLSF,CCIRU,OFI,DANIDA).
4	Anote el nombre del proveedor de las semillas.
5	Anote el número del lote que dió el proveedor.
6	Anote el número del lote original del origen de las semillas.
7	Anote el país de procedencia de la semilla.
8	Anote la localización de la semilla; lugar,cantón,provincia o estado y país.
9	Anote la altitud en mts. del origen de la semilla.
10	Anote los grados de latitud de la estación meteorológica.
11	Anote los minutos de latitud de la estación meteorológica.
12	Anote la posición de la latitud si es norte o sur.
13	Anote los grados de longitud de la estación meteorológica.
14	Anote los minutos de longitud de la estación meteorológica.
15	Anote la posición de la longitud se es este u oeste.
16	Anote la fecha en que fué registrado el lote de semillas.
17	Anote la unidad de peso que uso para procesar el lote de semillas.
18	Anote la cantidad del lote de semillas.
19	Anote la condición del drenaje externo.
20	Anote la precipitación media anual en mm.
21	Anote el número de código respectivo para describir el tipo de precipitación.
22	Anote el número de código respectivo para describir el criterio usado para indicar los meses secos.
23	Anote el número de meses secos durante el año, o use el número de código respectivo para indicar si dispone uno de la información.
24	Anote la temperatura media anual en grados centígrados.
25	Si hay riesgo de escarcha use el código respectivo.

CARACTERISTICAS DEL SITIO DE ORIGEN DE LAS SEMILLAS

Número de semillas por gramo o kilogramo:  <sup>26</sup>

Unidad de peso de semilla:  <sup>27</sup>  
1= semillas/gramo, 2= semillas/kilogramo

Fecha de recolección: (día,mes,año):    <sup>28</sup>

Tipo de vegetación donde se colectan las semillas:  <sup>29</sup>  
1= plantación no seleccionada, 2= rodal seleccionado,  
3= regeneración natural, 4= rodal semillero,  
5= plantación semillera, 6= huerto semillero,

Número de árboles:  <sup>30</sup>

Altura total de árboles en (dm):  <sup>31</sup>

DAP de árboles en (mm):  <sup>32</sup>

Espaciamiento largo en (cm):  <sup>33</sup>

Espaciamiento ancho en (cm)  <sup>34</sup>

Germinación media en porcentaje: -88= no existe  <sup>35</sup>

Unidad de semillas para prueba de germinación  <sup>36</sup>

Ultima fecha para prueba de germinación    <sup>37</sup>

Semilla almacenada:  <sup>38</sup>  
0= no se conoce, 1= ninguna precaución,  
2= cuarto a temperatura a medio ambiente,  
3= cuarto frío, 4= otro \_\_\_\_\_



## CARACTERISTICAS DEL SITIO DE ORIGEN DE LAS SEMILLAS

### Indicaciones para el uso del formulario

Casilla	Información
26	Anote el número de semillas por Kg o por g.
28	Anote la fecha de recolección (día,mes,año).
29	Anote el número de código respectivo que describa el tipo de vejetación de donde fué recolectada la semilla.
30	Anote el número de árboles de donde fué recolectada la semilla.
31	Anote la altura total promedio en dm. de los árboles semilleros.
32	Anote el dap. promedio en cm.de los árboles semilleros.
33	Anote el espaciamiento promedio, medido a lo largo en mts. entre los árboles
34	Anote es espaciamiento promedio, medido a lo ancho en mts. entre los árboles.
35	anote la germinación promedio en porcentaje, use -88 si no tiene el valor.
36	Anote el número de semillas o los gramos que se uso en la muestra...
37	Anote la última fecha (día,mes,año).
38	Si la semilla a estado almacenada use el número de código respectivo para indicar la condición de almacenamiento.

PROVEEDOR DE LA SEMILLA

Número del proveedor de la semilla: \_\_\_\_\_ 1  
Nombre del proveedor de la semilla: \_\_\_\_\_ 2  
País del proveedor: \_\_\_\_\_ 3  
Dirección del proveedor: \_\_\_\_\_ 4  
Número de teléfono del proveedor: \_\_\_\_\_ 5  
Número de Telex del proveedor: \_\_\_\_\_ 6

## PROVEEDOR DE LA SEMILLA

### Indicaciones para el uso del formulario

Casilla	Información
1	Si los tiene codificados anote el número del proveedor.
2	Anote el nombre del proveedor de las semillas.
3	Anote el nombre del país de donde fue enviada la semilla.
4	Anote la dirección del proveedor.
5	Anote el número de teléfono del proveedor.
6	Anote el número de telex o fax del proveedor.

DESCRIPCION BOTANICA DE LA ESPECIE

Código de especie:	<table border="1"><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table>							1
Nombre botánico:	_____	2						
Autores (autoridad):	_____	3						
Familia:	_____	4						
Sinónimos:	_____	5						
Nombres comunes:	_____	6						
Descripción de la especie:	_____	7						

## DESCRIPCION BOTANICA DE LA ESPECIE

### Indicaciones para el uso del formulario

Casilla	Información
1	Anote las primeras cuatro letras del género y las dos primeras de la especie.
2	Anote el nombre científico de la especie.
3	Anote el nombre de quien describió la especie.
4	Anote la familia.
5	Si tiene sinónimos anótelos.
6	Anote los nombres comunes.
7	Haga una breve descripción de la especie.



## MEDICION DE ARBOLES EN PIE

### Indicaciones para el uso del formulario

- | No. de Casilla | Información   |
|----------------|---|
| 1              | Código del país, use la guía de mediciones.   |
| 2              | Código del experimento, use la numeración seriada de Madeleña para cada país.   |
| 3              | Código del proyecto o unidad, use la primera letra del nombre del proyecto.   |
| 4              | Anote a cual repetición pertenece la parcela si se trata de un ensayo.  |
| 5              | Código de tratamiento, use un máximo de ocho letras para describirlo, siga la descripción del capítulo 6 de la guía.  |
| 6              | Anote la fecha de establecimiento (día, mes, año).  |
| 7              | Anote la fecha de medición (día, mes, año).   |
| 8              | Número de sitio, use la numeración dada a cada sitio en el país según regiones (ver mapa adjunto).  |
| 9              | Número de lote, use el número del lote dentro del sitio de trabajo.   |
| 10             | Anote el nombre del sitio.  |
| 11             | Anote el código correspondiente para indicar que diámetro se esta midiendo.   |
| 12             | Anote el número de rotación de la parcela medida.   |
| 13             | Anote las primeras cuatro letras del género y las dos primeras letras de la especie.  |
| 14             | Anote el nombre científico de la especie.   |
| 15             | Anote el número de árboles originales.  |
| 16             | Anote el número de árboles vivos.   |
| 17             | Anote el espaciamiento original en cm.  |
| 18             | Anote el código de tres letras correspondiente al factor uno y de el nombre.  |
| 19             | Indique el número del nivel de ese factor y su nombre.  |
| 20             | Anote el código de tres letras correspondiente al factor dos y de el nombre.  |
| 21             | Indique el número del nivel de ese factor y su nombre.  |
| 22             | Anote el código de tres letras correspondiente al factor tres y de el nombre.   |
| 23             | Indique el número del nivel de ese factor y su nombre.  |
| 24             | Indique el nombre de los anotadores.  |
| 25             | Anote las observaciones que considere importantes.  |
| 26             | Indique el número seriado de cada árbol que mide.   |
| 27             | Si tiene varios ejes y los esta midiendo indique a que número de ejes se refiere la medición.   |
| 28             | Anote el diámetro en mm y sin decimales.  |
| 29             | Anote la altura en dm y sin decimales.  |
| 30             | Use cada columna para describir una de las características del árbol anotadas al pie del formulario y ponga una marca en la casilla correspondiente a cada árbol. |
| 31-32-33       | Son columnas especiales para cualquier otra variable que se considere necesario medir.  |

Deje en blanco las variables cuando no existe información.

Añada los números de los ejes después del número del árbol. Trate cada eje como un árbol individual, para medición o para calificación de forma de fuste y defectos. Generalmente, los ejes se numeran del más grueso hasta el más delgado.

Llene con el código -99 los valores en la medición para árboles muertos o volteados, y con -88 para árboles vivos pero que no se midieron.





## MEDICION DE ARBOLES PODADOS POR ARRIBA

### Indicaciones para el uso del formulario

No. de Casilla	Información
1	Código de país, use la guía de mediciones.
2	Código del experimento, use la numeración seriada de Madeleña para cada país.
3	Código del proyecto o unidad, use la primera letra del nombre del proyecto.
4	Anote a cual repetición pertenece la parcela si se trata de un ensayo.
5	Use un máximo de ocho letras para describirlo, siga la descripción del capítulo 6 de la guía.
6	Anote la fecha de plantación (día,mes,año).
7	Anote la fecha de medición (día,mes,año).
8	Número de sitio, use la numeración dada a cada sitio por país según regiones (ver mapa adjunto).
9	Número de lote, use el número del lote dentro del sitio de trabajo.
10	Anote el nombre del sitio.
11	Anote el número de rotación de la parcela medida.
12	Anote las primeras cuatro letras del género y las dos primeras letras de la especie. (Ver códigos sistema MIRA)
13	Anote el nombre científico de la especie.
14	Anote el código respectivo de T=cosecha total de la copa, P=cosecha parcial de la copa.
15	Anote el código respectivo: 1=Kg, 2=g, 3=lb, 4-onza.
16	Anote el diámetro mínimo comercial para las ramas en mm
17	Anote el diámetro máximo para el follaje en mm.
18	Anote el número de árboles originales en la parcela.
19	Anote el número de árboles vivos en la parcela.
20	Anote el espaciamiento original en cm.
21	Anote el código de tres letras correspondiente al factor uno y de el nombre.
22	Indique el número de nivel de ese factor y de su nombre
23	Anote el código de tres letras correspondiente al factor dos y de el nombre.
24	Indique el número de nivel de ese factor y de su nombre
25	Anote el código de tres letras correspondiente al factor tres y de el nombre.
26	Indique el número de nivel de ese factor y de su nombre
27	Indique el nombre de los anotadores.
28	Anote las observaciones que considere importantes.
29	Indique el número seriado de cada árbol que mide.
30	Anote el diámetro en mm y sin decimales.
31	Anote la altura en dm y sin decimales.
32	Anote el diámetro superior del poste en mm y sin decimales
33	Anote la altura del poste en dm y sin decimales.
34	Anote el número de la rama que esta midiendo.
35	Anote el diámetro basal en mm sin decimales de la rama que esta midiendo.
36	Anote la longitud total de la rama en dm sin decimales
37	Anote el peso de la rama en Kg.
38	Anote el peso del follaje en Kg.
39,40y41	Son columnas especiales para cualquier otra variable que se mida

Deje en blanco las variables cuando no existe información.  
 Llene con el código -99 los valores en la medición para árboles muertos o volteados, y con -88 para árboles vivos pero que no se midieron.



## MEDICION DE BIOMASA DE ARBOLES VOLTEADOS POR EJE

### Indicaciones para el uso del formulario

No. de Casilla	Información
1	Código del país, use la guía de mediciones.
2	Código del experimento, use la numeración seriada de Madeleña para cada país.
3	Código del proyecto o unidad, use la primera letra del nombre del proyecto.
4	Anote a cual repetición pertenece la parcela si se trata de un ensayo.
5	Use un máximo de ocho letras para describirlo, siga la descripción del capítulo 6 de la guía.
6	Anote la fecha de plantación (día,mes,año).
7	Anote la fecha de medición (día,mes,año).
8	Número de sitio, use la numeración dada a cada sitio en el país según regiones (ver mapa en la guía de mediciones).
9	Número de lote, use el número del lote dentro del sitio de trabajo.
10	Anote el nombre del sitio.
11	Anote el número de rotación de la parcela medida.
12	Anote las cuatro primeras letras del género y las dos primeras letras de la especie.
13	Anote el nombre científico de la especie, use la guía mediciones.
14	Anote tipo de diámetro se esta midiendo: P=dap, B=basal del eje.
15	Anote el código respectivo: T= cosecha total del árbol, C= cosecha de la copa.
16	Anote el código respectivo: 1=Kg, 2=g, 3=lb, 4=onza.
17	Anote el diámetro mínimo comercial de las ramas en mm.
18	Anote el diámetro máximo comercial del follaje en mm.
19	Anote el diámetro mínimo comercial del eje en mm.
20	Anote el número de árboles originales en la parcela.
21	Anote el número de árboles vivos en la parcela.
22	Anote el espaciamiento inicial en cm.
23	Anote el código de tres letras correspondiente al factor uno y de su nombre.
24	Indique el número de nivel de ese factor y de su nombre
25	Anote el código de tres letras correspondiente al factor dos y de su nombre.
26	Indique el número de nivel de ese factor y de su nombre
27	Anote el código de tres letras correspondiente al factor tres y de su nombre.
28	Indique el número de nivel de ese factor y de su nombre
29	Indique el nombre de los anotadores.
30	Anote las observaciones que considere importantes.
31	Indique el número seriado de cada árbol que mide.
32	Si el árbol tiene más de un eje y esta midiendo la producción por eje, anote el número respectivo del eje.
33	Anote el diámetro en mm del eje a 1.3m, sin decimales
34	Anote la altura total del eje en cm, sin decimales.
35	Anote la altura comercial del eje en dm, sin decimales.
36	Anote el peso del eje o fuste.
37	Anote el peso de las ramas.
38	Anote el peso del follaje.
39	Anote en esta columna cualquier otra variable que mida.

Deje en blanco las variables cuando no existe información.

Añada los números de los ejes después del número del árbol Trate cada eje como un árbol individual, para medición o para calificación de forma de fuste y defectos. Generalmente, los ejes se numeran del más grueso hasta el más delgado.

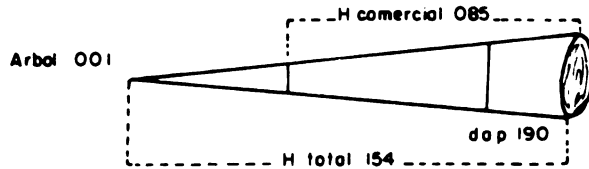
Llene con el código -99 los valores en la medición para árboles muertos o volteados y con -88 para árboles vivos pero que no se midieron.



**FORMULARIO PARA MEDICION DE ARBOLES EN SECCIONES PARA ELABORAR TABLAS DE VOLUMEN**

CATIE Form 18  
DRNR rev julio 84

Columnas	Casillo	Registro
		0 = datos del árbol entero ; instrucciones al dorso
		Registro 1, 2, 3... en adelante = datos por trazo o sección, en tríos de Ar/dcc/dsc Use un registro para cada eje o rama. Un eje puede ocupar más que una hilera de casillos, si tiene más de 5 tríos de mediciones.
01 - 03	1	Altura (dm) relativa de la primera trazo (000 cuando es la base) (altura relativa es la altura en relación a la base del eje o rama actual, y no necesariamente en relación a la base del árbol)
04 - 06	2	Diámetro con corteza (mm), a la altura de la primera trazo. Diámetro 000 indica ápice del eje
07 - 09	3	Diámetro sin corteza (mm) a la altura de la primera trazo (si mide el grosor de corteza, multiplíquelo x 2 y el resultado réstelo del diámetro con corteza), u opción de grosor de corteza.
10 - 12	4	Altura hasta la segunda trazo (acumulativa)
13 - 15	5	Diámetro con corteza a la altura de la segunda trazo
16 - 18	6	Diámetro sin corteza a la altura de la segunda trazo
etc.		etc.



Hoja \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Columna	01-03	04-06	07-09	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30	31-33	34-36	37-39	40-42	43-45
	46-48	49-51	52-54	55-57	58-60	61-63	64-66	67-69	70-72	73-75	76-78	79-81	82-84	85-87	88-90
Casillo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ejemplo	Arbol nº 001	dap 190	h total 154	Nº tríos 004 en total	h. comers. 085	Nº ejes	Nº tríos 1er. eje	Nº tríos 2º eje	Nº tríos 3er. eje						
	000 h	Primer trío 250 dsc	214 dsc	Segundo trío 039 h	160 dsc	132 dsc	085 h	Tercer trío 100 dsc	084 dsc	154 h	Cuarto trío 000 dsc	000 dsc			
Registros	0														
	1														

**ANEXO 3**  
**Código para las especies más utilizadas**

### ANEXO 3

#### CODIGO PARA LAS ESPECIES MAS UTILIZADAS

<b>Nombre Científico</b>	<b>Código MIRA</b>
Acacia mangium	ACACMA
Azadirachta indica	AZADIN
Acacia cauriculiformis	ACACAU
Alnus acuminata	ALNUAC
Bombacopsis quinatum (Pochota quinata)	BOMBQU
Casuarina equitifolia	CASUEQ
Casuarina cunninghamiana	CASUCU
Cassia siamea	CASSSI
Calliandra calothyrsus	CALACA
Cupressus lusitanica	CUPRLU
Caesalpinia velutina	CAESVE
Eucalyptus deglupta	EUCADG
Eucalyptus camaldulensis	EUCACA
Eucalyptus saligna	EUCASA
Eucalyptus grandis	EUCAGR
Gmelina arborea	GMELAR
Gliricidia sepium	GLIRSE
Grevillea robusta	GREVRO
Leucaena leucocephala	LEUCLE
Leucaena diversifolia	LEUCDI
Mimosa scabrella	MIMOSC
Pinus caribaea var hondurensis	PINUCH
Pinus oocarpa	PINUOO
Pinus tecunumanii	PINUTE
Tectona grandis	TECTGR

**ANEXO 4**  
**Otros factores de conversión**



## ANEXO 4

### OTROS FACTORES DE CONVERSION

#### LINEALES

1 kilómetro (km)	1000 metros (m)
1 kilómetro	0.6214 millas
1 milla	1.60934 kilómetros
1 metro	100 centímetros (cm)
1 metro	1.09361 yardas (yd)
1 metro	3.2808 pies (ft)
1 metro	39.37 pulgadas
1 yarda	3 pies
1 yarda	0.9144 metros
1 yarda	36 pulgadas
1 pie	12 pulgadas
1 pie	0.305 metros
1 pie	20.48 centímetros
1 pulgada	2.54 centímetros
1 pulgada	0.2778 yardas
1 centímetro	10 milímetros (mm)
1 centímetro	0.3937 pulgadas
1 cadena	20.1168 metros
1 cadena	22 yardas
1 cadena	66 pies

## AREA

1 hectárea (ha)	10000 metros cuadrados (m <sup>2</sup> )
1 hectárea	2.47105 acres
1 hectárea	0.01 kilómetro cuadrado km <sup>2</sup>
1 kilómetro cuadrado	(km <sup>2</sup> ) 100 hectáreas
1 kilómetro cuadrado	247.1 acres
1 kilómetro cuadrado	0.386 millas cuadradas
1 milla cuadrada	259 hectáreas
1 milla cuadrada	2.59 kilómetros cuadrados
1 milla cuadrada	640 acres
1 acre	0.405 hectáreas
1 acre	0.00405 kilómetros cuadrados
1 acre	0.00156 millas cuadradas
1 metro cuadrado	1.19599 yardas cuadradas
1 metro cuadrado	10.76387 pies cuadrados
1 pie cuadrado	144 pulgadas cuadradas
1 pie cuadrado	0.092903 metros cuadrados
1 pulgada cuadrada	645.16 milímetros cuadrados

## VOLUMEN

1 metro cúbico (m <sup>3</sup> )	1.308 yardas cúbicas (yd <sup>3</sup> )
1 metro cúbico	35.31 pies cúbicos (ft <sup>3</sup> )
1 metro cúbico	138 pies tablares
1 metro cúbico	1000000 centímetros cúbicos
1 centímetro cúbico	0.06102 pulgadas cúbicas
1 yarda cúbica	0.765 metros cúbicos
1 yarda cúbica	27 pies cúbicos
1 pie cúbico	0.0203 metros cúbicos
1 pie cúbico	0.037 yardas cúbicas
1 pie cúbico	1728 pulgadas cúbicas
1 pie cúbico	6 pies tablares
1 pulgada cúbica	0.000579 pies cúbicos
1 pulgada cúbica	16.3871 centímetros cúbicos
1 metro cúbico de carbón	250 kilogramos
1 metro cúbico (madera)	1.43 estéreos
1 estéreo	500 kg de leña seca al aire
1 tonelada (ton) de carbón	4 metros cúbicos
1 tonelada (ton) de madera	2 metros cúbicos
1 cuerda	2.5 metros cúbicos
1 cuerda	90 pies cúbicos
1 cuerda	500 pies tablares

## CAPACIDAD

1 litro (lt)	1000 centímetros cúbicos
1 litro	0.220 galones ingleses
1 litro	0.264 galones EUA
1 litro	0.00624 barriles
1 galón inglés	4.546 litros
1 galón inglés	1.201 galones EUA
1 galón inglés	0.0206 barriles
1 galón EUA	3.785 litros
1 galón EUA	0.833 galones ingleses
1 galón EUA	0.0238 barriles
1 barril	159 litros
1 barril	35 galones ingleses
1 barril	42 galones EUA
1 (cm <sup>3</sup> ) (ml)	0.06102 pulgadas cúbicas

## PESO

1 tonelada métrica	1000 kilogramos
1 tonelada métrica	1.102 toneladas cortas
1 tonelada métrica	1.102 toneladas largas
1 tonelada métrica	0.984 libras (lb)
1 tonelada corta	0.907 toneladas métricas
1 tonelada corta	0.893 toneladas largas
1 tonelada corta	907.2 kg
1 tonelada corta	2000 libras
1 tonelada larga	1.016 toneladas métricas
1 tonelada larga	1.120 toneladas cortas
1 tonelada larga	2.240 libras
1 kilogramo	1000 gramos
1 kilogramo	2.2046 libras
1 libra	0.4536 kilogramos
1 libra	16 onzas (oz)
1 onza	28.35 gramos
1 gramos	0.03527 onzas
1 tonelada de madera	2 m <sup>3</sup>
1 tonelada de carbón	4 m <sup>3</sup>

**ANEXO 5**  
**Modelos de predicción incluidos en el programa VOLREG del PSP**

## ANEXO 5

### MODELOS DE PREDICCIÓN INCLUIDOS EN EL PROGRAMA VOLREG DEL PSP

El programa prueba una serie de 15 modelos para estimar volúmenes de árboles como una función de diámetro (dap) alternativamente; el usuario puede especificar cuál de los modelos va a usar una vez que ha sido corrido el programa.

Los quince modelos son:

- 1)  $V = P + Q.D$
- 2)  $V = P + Q.D + R.D^2$
- 3)  $V = P + Q.D^2$
- 4)  $V = P + Q.D^2 H$
- 5)  $V = P + Q.D^2 + R.A + S.D^2A$
- 6)  $V = P + Q.D^2 + R.DH + S.D^2A$
- 7)  $\ln V = P + Q.LN D$
- 8)  $\ln V = P + Q.LN D + R.LN H$
- 9)  $V/D^2 = P + Q.1/D^2 + R.1/D$
- 10)  $V/D^2 = P + Q.1/D^2$
- 11)  $V/D^2A = P + Q.1/D^2A$
- 12)  $V/D^2 = P + Q.1/D^2 + R.1/A S.A$
- 13)  $V/D^2A = P + Q.1/D^2A + R.1/D^2A + R.1/A + S.1/D^2$
- 14)  $V/D^2 = P + Q.1/D^2 + R.H/D + S.A$
- 15)  $V/D^2A = P + Q.1/D^2A + R.1/A + S.1/D$

Donde:  $V$  = Volumen en metros cúbicos.  
 $D$  = Diámetro a altura de pecho (dap) en centímetros.  
 $A$  = Altura total o comercial en metros.

El programa imprime una tabla de medidas para “V”, “D”, “H” y las variables derivadas, e imprime la matriz de correlación para cada modelo probado. También imprime la tabla de análisis de varianza, la tabla de los coeficientes de correlación con sus varianzas y valores de “T”, el coeficiente de determinación “r”, “R<sup>2</sup>”, y el índice de Furnival.

Al final de la sección de regresión se imprime una tabla de límites de confianza para el modelo de mejor ajuste. El programa selecciona el modelo con base al índice de Furnival más bajo como el de mejor ajuste. El usuario puede solicitar que se imprima una tabla de volúmenes, usando el modelo de mejor.

Ahora el usuario puede pedir que diferentes modelos sean probados con los datos ya entrados, o puede terminar el trabajo.

Si termina el trabajo, o no va a entrar más datos, el programa imprime una tabla con las estadísticas importantes para los modelos probados con el último grupo de datos entrado. Las tablas de medias, correlaciones y regresiones son mostradas en la pantalla de la terminal.

**ANEXO 6**  
**GLOSARIO**

## ANEXO 6

### GLOSARIO

Antes de describir la forma de cuantificación de las variables es conveniente definir primero algunas de ellas:

**Biomasa aérea:** todo el material del árbol que está sobre el nivel del suelo (fuste, ramas y follaje, flores y frutos).

**Ensayo formal:** experimentos que cuentan con diseño experimental, varias repeticiones y distintos tratamientos.

**Fuste principal:** el que brota desde el nivel del suelo y presenta mayor dap. Los que salen a nivel del suelo o por debajo del primer 1.3 m de altura del fuste principal se denominan segundo o tercer eje, según la posición, a partir del suelo hacia arriba.

**Eje:** sinónimo de fuste.

**Leña:** toda sección del fuste o ramas, con diámetro superior a 2,5 cm. En el área centroamericana éste es el diámetro mínimo utilizado; si lo varía, indique el diámetro mínimo considerado. El resto del material aéreo es considerado como follaje para la cuantificación de biomasa total.

**Parcela:** un área definida que recibe un tratamiento específico como parte de un ensayo o parcela permanente.

**Parcela de aprovechamiento:** un área que se delimita en rodales pequeños o grandes para cuantificar la producción de madera leña, biomasa u otros productos.

**Parcela permanente:** unidad que se delimita en rodales pequeños o grandes para medir el crecimiento en períodos largos.

**Ramas:** las bifurcaciones que se presentan arriba de 1.3 m del eje principal se consideran como ramas. También: todas las que salen abajo de 1.3 m con ángulos de inserción mayores a 45°.

**Rebrotos:** crecimientos nuevos que brotan del tocón.

**Sitio:** lugar en donde fue establecido el ensayo o parcela.

**Troza:** sección del fuste para ser aserrada, usualmente de 3 ó 4 m de largo y más de 15 cm de diámetro menor.

**ANEXO 7**  
**Un ejemplo de cómo llenar los formularios**



DESCRIPCION DE EXPERIMENTO  
(Silvicultura)

Código del país:  <sup>1</sup>

Código de experimento:  <sup>2</sup>

Código de proyecto o unidad:  <sup>3</sup>  
(una letra ej: L= Proyecto Leña-Madeleña)

Número de sitio:  <sup>4</sup>

Número de lote dentro del sitio:  <sup>5</sup>

Código de tipo de ensayo: P = parcelas individuales,  
D = experimento con diseño estadístico  <sup>6</sup>

Código de tipo de diseño experimental:  <sup>7</sup>  
1= bloques completamente al azar,  
2= bloques irrestricto al azar, 3= factorial,  
4= cuadrado latino, 5= parcela subdividida, 6= nelder,  
7= otro: -----

Código de estado del experimento:  <sup>8</sup>  
CA = Cancelado o eliminado  
CD = Concluido o finalizado  
AS = Activo sin cambio  
AC = Activo con cambio

Número total de repeticiones:  <sup>9</sup>

Fecha de establecimiento (día-mes-año):  -  -  <sup>10</sup>

Duración esperada del experimento (años):  <sup>11</sup>

Número de perfil del suelo del experimento:  <sup>12</sup>

Eliminación de la vegetación:  <sup>13</sup>  
1= manual, 2= mecánico, 3= químico, 4= fuego, 5= animal  
códigos en orden de importancia (hasta 3)

Preparación del suelo antes de la plantación:  <sup>14</sup>  
0= no hay información, 1= ninguno, 2= arado  
3= subsolado (subsuelaje), 4= otro -----

Método de establecimiento de la plantación:  <sup>15</sup>  
0= no hay información 1= manual, 2= mecánico, 3= 1+2

Código de tipo de vegetación:  <sup>16</sup>  
0= no hay información  
1= plantación, 2= siembra directa,  
3= vegetación natural, 4= vegetación natural interplantada,  
5= vegetación natural + siembra directa

DESCRIPCION DE EXPERIMENTO  
(Silvicultura)

Código de material vegetativo:

- 1= semilla, 2= planta en bolsa plástica, 17  
3= planta en otro tipo de envase, 4= estaca pequeña, 2  
5= estaca tipo poste, 6= pseudo-estaca (con poda de raíz o de hojas)  
7= raíz desnuda, 8= otro \_\_\_\_\_

Código de topografía:

- 0= no hay información, 1= plana, 2= cumbre o cima, 18  
3= escarpada, 4= cumbre redondeada, 5= pendiente media, 3  
6= terraza, 7= pendiente inferior, 8= depresión,  
9= varía dentro del experimento

Fertilización durante la plantación:

- 0= no hay información, 1= no, 2= si 2 19

Formula del fertilizante usado (macro y micro elementos, u orgánico): NPK C 12 - 24 - 12 20

Cantidad de fertilizante:    <sup>21</sup> **VARIAS DORES**

Unidad de aplicación del fertilizante: 1= gr/árbol, 2= kg/ha 1 22

Método de aplicación del fertilizante:

- 1= en el hoyo, 2= alrededor del árbol, 1 <sup>23</sup> **80% alrededor del árbol**  
3= disperso en la plantación, 4= en líneas, 5= otro: \_\_\_\_\_

DESCRIPCION DE EXPERIMENTO  
 Descripción de niveles por factores para  
 experimentos con diseño estadístico  
 (Silvicultura)

Código del país:  <sup>1</sup> Código de  
 experimento:  <sup>2</sup> Código de  
 unidad  <sup>3</sup>

F A C T O R E S

Código  
 de factores:  <sup>4</sup>  <sup>5</sup>  <sup>6</sup>

Descripción 7\*  
 de factores: Ensayo de fertilización

Número  
 de Niveles 8                      D E S C R I P C I O N   D E   N I V E L E S

1	STESTIGO (Superficial)		
2	HTESTIGO (Hoyo)		
3	SUP050GP (Superficial)		
4	HOY050GP (Hoyo)		
5	SUP100GP (Superficial)		
6	HOY100GP (Hoyo)		
7	SUP150GP (Superficial)		
8	HOY150GP (Hoyo)		
9	SUP200GP (Superficial)		
10	HOY200GP (Hoyo)		

\* Llenar solo si no hay código de factores

**DESCRIPCION DE EXPERIMENTO**  
 Descripción de niveles por factores para  
 experimentos con diseño estadístico  
 (Silvicultura)

Código del país:   <sup>1</sup> Código de experimento:    <sup>2</sup> Código de unidad  <sup>3</sup>

F A C T O R E S

Código de factores:    <sup>4</sup>    <sup>5</sup>    <sup>6</sup>

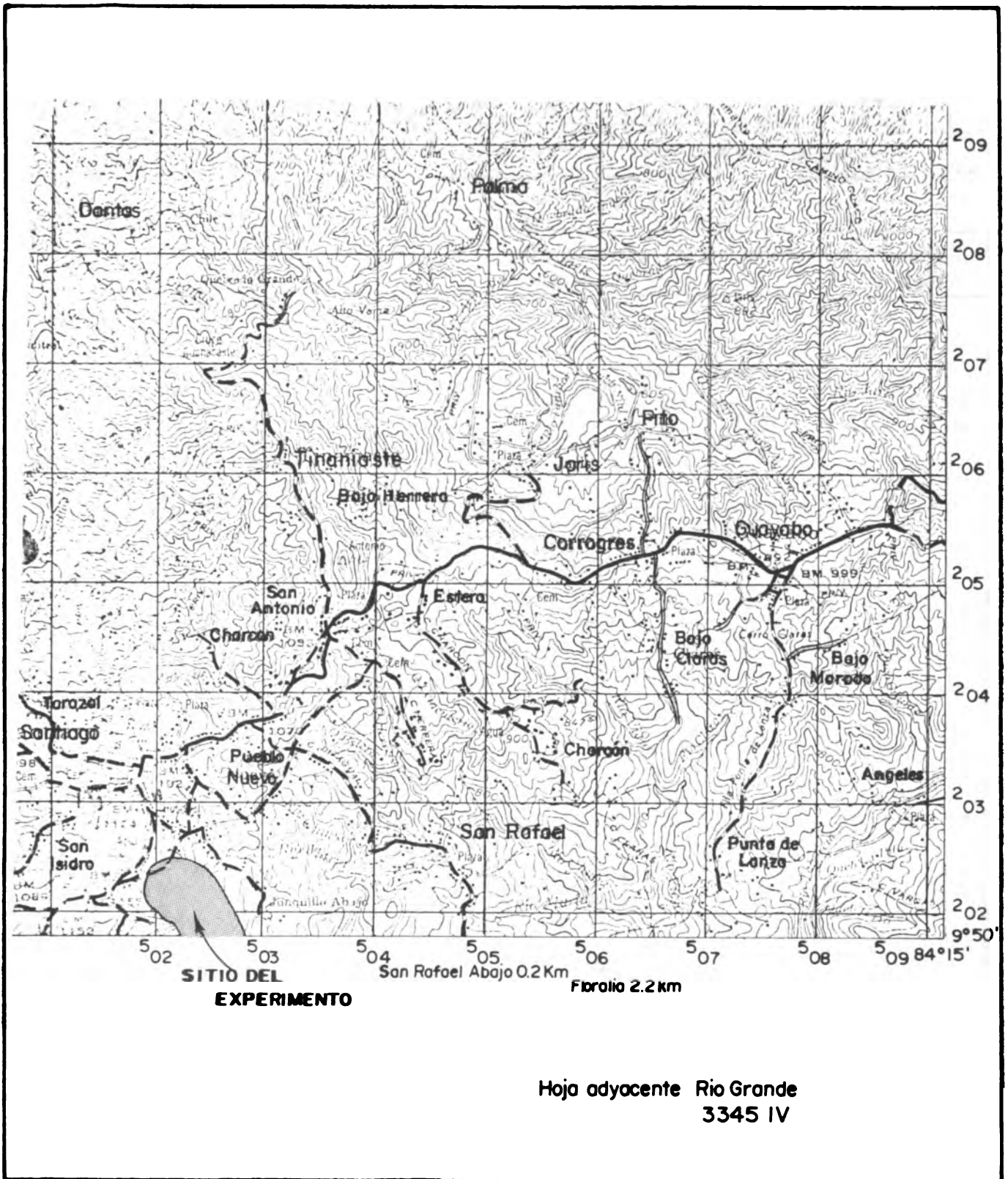
Descripción 7\* de factores: \_\_\_\_\_

Número de Niveles 8	DESCRIPCION	DE	NIVELES
---------------------	-------------	----	---------

11	-----	-----	-----
	-----	-----	-----
12	-----	-----	-----
	-----	-----	-----
13	-----	-----	-----
	-----	-----	-----
14	-----	-----	-----
	-----	-----	-----
15	-----	-----	-----
	-----	-----	-----
16	-----	-----	-----
	-----	-----	-----
17	-----	-----	-----
	-----	-----	-----
18	-----	-----	-----
	-----	-----	-----
19	-----	-----	-----
	-----	-----	-----
20	-----	-----	-----
	-----	-----	-----

\* Llenar solo si no hay código de factores

SECCION DE LA HOJA CARTOGRAFICA



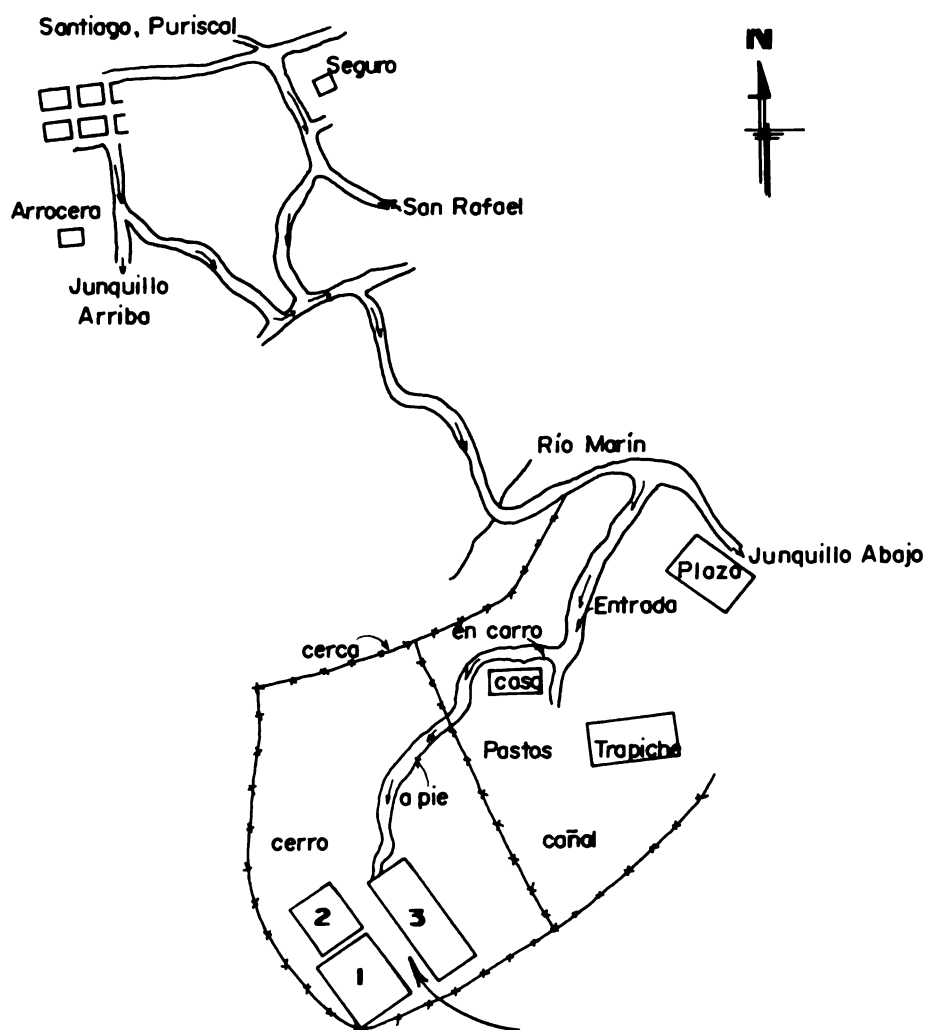
CROQUIS DEL SITIO

Pais  CR Sitio Junquillo Abajo, Puriscal  504

CoExp  100 Lote(s) \_\_\_\_\_  002

Ubicación detallada del lote (s) dentro del sitio

Escala: 1 cm =



- 1 - Ensayo de Espaciamiento con *E. comoldulensis* 1
- 2 - Ensayo de Fertilización con *E. comoldulensis* 2
- 3 - Ensayo de Especies 3

País **CR** Sitio Junquillo Abajo, Puriscal **504**  
 CoExp **100** Lote \_\_\_\_\_ **002**

**Distribución de Parcelas en el Ensayo de Fertilización con Eucalyptus comaldulensis**

R I	3	3	5	5	4	4	2	2	1	1
	B	A	A	B	A	B	B	A	B	A

R II	3	3	5	5	1	1	4	4	2	2
	A	B	A	B	B	A	B	A	B	A

R III	5	5	4	4	1	1	2	2	3	3
	B	A	B	A	A	B	A	B	B	A

R IV	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5
	A	B	B	A	B	A	B	A	A	B

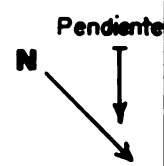
P-5                      P-4                      P-3                      P-2                      P-1

Fertilización = 12 N - 24P - 12K

- 1 - 0g.
- 2 - 50g
- 3 - 100g
- 4 - 150g
- 5 - 200g.

Aplicado:

- A - Al fondo del hoyo
- B - Por la superficie o las siete semanas despues de plantado



DESCRIPCION DE PARCELA  
 (Silvicultura)

Código del país:  <sup>1</sup>

Número del sitio:  <sup>2</sup>

Código de experimento:  <sup>3</sup>

Código de proyecto o unidad:  <sup>4</sup>  
 (una letra ej. L= Proyecto Leña-Madeleña)

Código de tratamiento:  <sup>5</sup>

Número de la repetición:  <sup>6</sup>

Código de especie:  <sup>7</sup>

Fecha de plantación (día-mes-año):    <sup>8</sup>

Número serial de parcela en la base de datos:  
 ( uso interno)  <sup>9</sup>

Número del lote dentro del sitio:  <sup>10</sup>

Número de nivel del factor uno:  <sup>11</sup> dos:  <sup>12</sup> tres:  <sup>13</sup>

Número de árboles originales en la parcela:  <sup>14</sup>

Espaciamiento (cm):  x  x  <sup>15</sup>

Area de la parcela:  <sup>16</sup>, Unidad: 1= m<sup>2</sup>, 2= m  <sup>17</sup>

Número de lote de semilla:  <sup>18</sup>

Pendiente media en porcentaje:  <sup>19</sup>

Código del aspecto de la parcela:  <sup>20</sup> Noreste  
 0= no hay información, 1= norte, 2= este, 3= sur, 4= oeste, 5= llano

Código del viento:  <sup>21</sup>  
 0= no hay información,  
 1= poco viento (no afecta crecimiento),  
 2= moderado (afecta poco el crecimiento)  
 3= muy ventoso (restrinje el crecimiento)

Código de inundación:  <sup>22</sup>  
 0= no hay información, 1= nunca, 2= raro (< 1 mes/año)  
 3= ocasional (1 a 3 meses/año), 4= frecuentes (> 3 meses/años)

Código del drenaje externo: 1= libre, 2= impedido  <sup>23</sup>

Código de erosión:  <sup>24</sup>  
 0= no hay información 1= ninguna, 2= moderado,  
 3= severo, 4= muy severo

Código de pedregosidad superficial:  <sup>25</sup>  
 0= no hay información, 1= poco (1-10%),  
 2= medio (10-30%), 3= alto (>30%)



DESCRIPCION DEL SITIO

Código del país:  <sup>1</sup>

Número de sitio:  <sup>2</sup>

Nombre del sitio: Santiago, Puniscal, San José <sup>3</sup>

Nombre del dueño: José Condus <sup>4</sup>

Clasificación del dueño:  
0=no hay información, 1=individual, 2= terreno comunal, 3=grupo  
organizado, 4=industria estatal, 5=instituto o agencia estatal  <sup>5</sup>  
6=industria privada, 7=instituto o agencia privada, 8= otro

Dirección y distancia en km del sitio al pueblo (caserio) más cercano:  
1 km al suroeste de Santiago <sup>6</sup>

Localización del sitio (distrito, cantón, provincia, estado):  
Santiago, Puniscal, San José <sup>7</sup>

Zona de vida (sistema Holdrige): <sup>8</sup>

Latitud en grados: , Minutos:  Norte= N, Sur = S:  <sup>9</sup>

Longitud en grados: , Minutos:  Este= E, Oeste= O:  <sup>10</sup>

Tipo de suelo según mapa edáfico: Ustic Trophumult <sup>11</sup>

Fuente de información: MAG - COSTA RICA <sup>12</sup>

Elevación en (msnm):  <sup>13</sup>

Código de paisaje:  
0= no hay información 1 = ciénaga o pantano,  <sup>14</sup>  
2 = llanura de inundación, 3 = plano, 4 = ondulado,  
5 = con colinas, 6 = con colinas fragmentadas,  
7 = fuertemente escarpado, 8 = montañoso

Código de fuego:  
0= no hay información, 1= nunca, 2= raro (< 1 por año),  <sup>15</sup>  
3= anuales (1 por año), 4= frecuentes (varias veces por años)

Código de la estación meteorológica para precipitación:  <sup>16</sup>

Código de la estación meteorológica para temperatura:  <sup>17</sup>

DESCRIPCION DEL SITIO

Distancia del sitio a la estación meteorológica representativa más cercana en km x 10:

<sup>18</sup>

Diferencia de elevación (elevación en metros de la estación meteorológica menos la elevación del sitio):

<sup>19</sup>

Signo de la diferencia (+ o -):  <sup>20</sup>

Frecuencia de heladas:  <sup>21</sup>

0= no hay información,

1= nunca, 2= raro (al menos una vez al año),

3= común (varias veces por año)

**CARACTERISTICAS DEL SUELO POR PARCELA**  
(Datos tomados en el campo)

Código del país:  <sup>1</sup>

Código de experimento:  <sup>2</sup>

Código de proyecto o unidad:  <sup>3</sup>  
(una letra ej. L= Proyecto Leña-Madeleña)

Código del factor uno:  <sup>4</sup>      Número del nivel:  <sup>5</sup>

Código del factor dos:  <sup>6</sup>      Número del nivel:  <sup>7</sup>

Código del factor tres:  <sup>8</sup>      Número del nivel:  <sup>9</sup>

Número de la repetición:  <sup>10</sup>

Código de tratamiento:  <sup>11</sup>

Número de parcela en la base de datos:  <sup>12</sup>  
(uso interno)

Número de perfil del suelo relacionado con esta parcela:  <sup>13</sup>

Código de textura del primer horizonte:  <sup>14</sup>  
01= arena, 02= arena franca, 03= franco arenoso,  
04= franco arenoso fino, 05= franco arenoso muy fino,  
06= franco, 07= franco limoso, 08= franco arcilloso,  
09= franco arcillo arenoso, 10= franco arcillo limoso,  
11= arcilla arenosa, 12= arcilla limosa, 13= arcilla

Profundidad efectiva del suelo en cm (máximo 1 metro):  <sup>15</sup>

Código de compactación de la capa superior del suelo:  <sup>16</sup>  
0= no hay información,  
1= poco compactado o mínimo ( sin restricción al crecimiento)  
2= medianamente compactado (restringe moderadamente al crecimiento)  
3= muy compactado (restringe fuertemente el crecimiento)

Compactación con penetrómetro (kg/cm<sup>2</sup>):  <sup>17</sup>

Presencia de capa dura o capa de piedra:  <sup>18</sup>  
0= no hay información, 1= no, 2= si

Profundidad de la capa dura (cm):  <sup>19</sup>

Nombre de la capa: \_\_\_\_\_ <sup>20</sup>

Código de pedregosidad superficial:  <sup>21</sup>  
0= no hay información, 1= poca (1-10%),  
2= media (10-30%), 3= alto (>30%)

DESCRIPCION DE PERFIL DEL SUELO

Código de país:  <sup>1</sup>

Número del sitio dentro del país:  <sup>2</sup>

Nombre del laboratorio: MAG. COSTA RICA <sup>3</sup>

Fecha de muestreo del perfil del suelo (día-mes-año):  <sup>4</sup>

Número del perfil (número serial por país)  <sup>5</sup>

Código del perfil:  <sup>6</sup>

Localización del perfil: Punical y Acaña, Junquille Abajo <sup>7</sup>

Tipo de muestreo: 0= no hay información, 1= por horizonte, 2= por profundidad fija  <sup>8</sup>

Fecha del análisis de suelo (mes-año):  <sup>9</sup>

Documento de referencia de perfil del suelo: 20045 INEORAT - CATIE <sup>10</sup>

Clasificación basada en la Taxonomía de suelos (orden, suborden, gran grupo, subgrupo, y familia): Ustic Tropohumult, arenoso fino, mezclado, isohipertérmico <sup>11</sup>

Drenaje interno: 0= no hay información, 1= libre, 2= moderado, 3= impedido  <sup>12</sup>

Fisiografía (relieve, topografía): Escarpado (ladera irregular) <sup>13</sup>

Tipo de erosión: Sucos, cañones y caminos de ganado muertos <sup>14</sup>

Pedregosidad: \_\_\_\_\_ <sup>15</sup>

Material madre (parental): Brechas volcánicas, tobas y lavas andesíticas <sup>16</sup>

Existencia capa freática: 0= no hay información, 1= no existe capa hasta 1 metro de profundidad, 2= existe capa  <sup>17</sup>

Profundidad de la capa Freatica (cm):  <sup>18</sup>

Pendiente promedio(%):  <sup>19</sup>

Elevación (msnm):  <sup>20</sup>

Latitud en grados: , Minutos:  Norte= N, Sur = S:  <sup>21</sup>

Longitud en grados: , Minutos:  Este= E, Oeste= O:  <sup>22</sup>

**CARACTERISTICAS DEL SUELO POR PARCELA**  
**(Datos tomados con barreno o pala)**

Código de drenaje interno:  22  
0= no hay información, 1= libre, 2= moderado, 3= impedido

Presencia de la capa freática:  23  
0= no hay información,  
1= no existe capa hasta 1 metro de profundidad,  
2= existe capa

Profundidad de la capa freatica (cm):  24

CARACTERISTICAS DEL SUELO POR HORIZONTE

Código de país:  <sup>1</sup>

Número del perfil (número serial por país):  <sup>2</sup>

Número de laboratorio de la muestra:  <sup>3</sup>

Número serial del horizonte dentro del perfil del suelo:  <sup>4</sup>

Código de horizonte del suelo:  <sup>5</sup>

Profundidad superior en (cm):  <sup>6</sup>

Profundidad inferior en (cm):  <sup>7</sup>

Código de clase de estructura (clasificación de la FAO):  <sup>8</sup>

Color Munsell (de suelo fresco):  /  /  <sup>9</sup>

Arena (%):  <sup>10</sup>

Limo (%):  <sup>11</sup>

Arcilla (%):  <sup>12</sup>

Código clase de textura:  <sup>13</sup>

pH:  <sup>14</sup>

Código de pH: 1= agua, 2= KCL  <sup>15</sup>

Calcio extraíble en (ml) por 100 ml de suelo:  <sup>16</sup>

Magnesio extraíble en (ml) por 100 ml de suelo:  <sup>17</sup>

Potasio extraíble en (ml) por 100 ml de suelo:  <sup>18</sup>

Carbón (%):  <sup>19</sup>

Nitrogeno (%):  <sup>20</sup>

Sodio (meq) por 100 gramos de suelo:  <sup>21</sup>

Aluminio (meq) por 100 gramos de suelo:  <sup>22</sup>

Fósforo disponible ug/ml de suelo:  <sup>23</sup>

Zinc en (ug/ml):  <sup>24</sup>

Manganeso (ug/ml):  <sup>25</sup>

CARACTERISTICAS DEL SUELO POR HORIZONTE

Hierro (ug/ml):       <sup>26</sup>

Cobre (ug/ml):       <sup>27</sup>

Sulfuro (ug/ml):       <sup>28</sup>

Boro (ug/ml):       <sup>29</sup>

Intercambio de calcio (meq) por 100 gramos de suelo:       <sup>30</sup>

Intercambio de magnesio (meq) por 100 gramos de suelo:       <sup>31</sup>

Intercambio de potasio (meq) por 100 gramos de suelo:       <sup>32</sup>

Intercambio de cationes (meq) por 100 gramos de suelo:       <sup>33</sup>

Material organico (%):   <sup>34</sup>

Saturación de base (%):   <sup>35</sup>

Retención de humedad en 0.3 bars:    <sup>36</sup>

Retención de humedad en 15 bars:    <sup>37</sup>

Número de documento de referencia:         <sup>38</sup>

Nombre del documento de referencia: Ingeniería de suelos de <sup>39</sup>  
Costa Rica.

Otra descripción de suelo: 0= no hay información, 1= no, 2= si  <sup>40</sup>

TEMPERATURA Y PRECIPITACION POR ESTACION METEOROLOGICA

Código de país   <sup>1</sup>

Número de la estación meteorológica       <sup>2</sup>

Nombre de la estación: Puriscal <sup>3</sup>

Localización ( distrito, cantón, provincia, país):  
Santiago, Puriscal, San José, Costa Rica <sup>4</sup>

Latitud en grados    <sup>5</sup>

Latitud en minutos    <sup>6</sup>

Posición de la latitud: N= norte, S= sur  <sup>7</sup>

Longitud en grados    <sup>8</sup>

Longitud en minutos    <sup>9</sup>

Posición de la longitud: E= este, O= oeste  <sup>10</sup>

Altitud en (msnm)      <sup>11</sup>

Zona de vida (clasificación Holdridge)      <sup>12</sup>

Primer año de observaciones para precipitación     <sup>13</sup>

Ultimo año de observaciones para precipitación     <sup>14</sup>

Promedio mensual de precipitación:

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
019	0016	0035	0010	2032	3031	6026	5030	8039	9042	2019	6006

Promedio anual de precipitación (mm)     <sup>15</sup>

Precipitación máxima registrada en el primer año (mm)    <sup>16</sup>

Precipitación mínima registrada en el primer año (mm)    <sup>17</sup>

Primer año de observación para temperatura     <sup>18</sup>

Ultimo año de observación para temperatura     <sup>19</sup>

Promedio mensual de temperatura en grados centígrados X 10:

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
024	3024	8026	0026	5026	0024	8025	4024	8024	3024	3023	7023

Promedio anual de temperatura     <sup>20</sup>

Temperatura máxima     <sup>21</sup>

temperatura mínima     <sup>22</sup>

Ultimo año      <sup>23</sup>



CARACTERISTICAS DEL SITIO DE ORIGEN DE LAS SEMILLAS

Nombre botánico de la especie: Eucalyptus camaldulensis. Dehn 1

Código de la especie:  2

Número de lote de semillas BLSF, CATIE:  3

Número del proveedor:  4

Número de lote especificado por el proveedor  5

Número original de la fuente de la semilla del proveedor:  6

País de procedencia de la semilla: Nicaragua 7

Localización de la procedencia de la semilla (Cantón, Prov-Estado-País): Sebaco - Nicaragua 8

Altitud en (msnm):  9

Latitud en grados:  10, minutos:  11, N= norte, S= sur:  12

Longitud en grados:  13, minutos:  14, E= este, O= oeste:  15

Fecha del registro:    16

Unidad de peso de la semilla registrada: 1= kg, 2= g  17

Cantidad registrada:  18

Drenaje externo: ----- 19

Precipitación media anual:  20

Tipo de precipitación:  21  
0= no hay información, 1= estación seca,  
2= estación lluviosa, 3= durante estación  
seca y lluviosa, 4= otro -----

Criterio para meses secos en (mm): 001-999, -88=no se conoce  22

Número de meses secos por año:  23  
00 - 12 meses, 13= falta información de la estación  
seca ácerca de los meses secos, 14= no hay información

Temperatura media anual en grados centígrados:  24

Código de frecuencia de escarcha:  25  
0= no hay informadción, 1= nunca,  
2= raro, 3= común, 4= cada año, 5= otros -----

CARACTERISTICAS DEL SITIO DE ORIGEN DE LAS SEMILLAS

Número de semillas por gramo o kilogramo:  26

Unidad de peso de semilla:  27  
1= semillas/gramo, 2= semillas/kilogramo

Fecha de recolección: (día, mes, año):    28

Tipo de vegetación donde se colectan las semillas:  29  
1= plantación no seleccionada, 2= rodal seleccionado,  
3= regeneración natural, 4= rodal semillero,  
5= plantación semillera, 6= huerto semillero,

Número de árboles:  30

Altura total de árboles en (dm):  31

DAP de árboles en (mm):  32

Espaciamiento largo en (cm):  33

Espaciamiento ancho en (cm)  34

Germinación media en porcentaje: -88= no existe  35

Unidad de semillas para prueba de germinación  36

Ultima fecha para prueba de germinación    37

Semilla almacenada:  38  
0= no se conoce, 1= ninguna precaución,  
2= cuarto a temperatura a medio ambiente,  
3= cuarto frío, 4= otro -----

**PROVEEDOR DE LA SEMILLA**

Número del proveedor de la semilla: \_\_\_\_\_ 1  
Nombre del proveedor de la semilla: \_\_\_\_\_ 2  
País del proveedor: \_\_\_\_\_ 3  
Dirección del proveedor: \_\_\_\_\_ 4  
Número de teléfono del proveedor: \_\_\_\_\_ 5  
Número de Telex del proveedor: \_\_\_\_\_ 6

DESCRIPCION BOTANICA DE LA ESPECIE

Código de especie: 

E	U	C	A	C	A
---	---	---	---	---	---

 1

Nombre botánico: *Eucalyptus camaldulensis*. Debnh. 2

Autores (autoridad): \_\_\_\_\_ 3

Familia: *Myrtaceae* 4

Sinónimos: *Eucalyptus rostrata* 5

Nombres comunes: *eucalipto* 6

Descripción de la especie: \_\_\_\_\_ 7

MEDICION DE ARBOLES EN PIE (Silvicultura)

Código de país **CR**<sup>1</sup> No. de experimento **100**<sup>2</sup> Código del proyecto **L**<sup>3</sup> No. de la repetición **01**<sup>4</sup> Código de tratamiento <sup>5</sup>

Fecha de plantación (día-mes-año) **05 08 83**<sup>6</sup> Fecha de medición (día-mes-año) **19 02 86**<sup>7</sup> No. de sitio **504**<sup>8</sup> No. de lote **002**<sup>9</sup>

Nombre del sitio **Finquilla Abajo Puriscal**<sup>10</sup> Tipo de diámetro **P**<sup>11</sup> P = a la altura de pecho (dap), B = basal del eje  
 T = basal del tocón

No. de Rotación <sup>12</sup> Código de especie **EUCALYPTA**<sup>13</sup> Especie **Eucalyptus camaldulensis**<sup>14</sup>

No. de árboles originales **016**<sup>15</sup> No. de árboles vivos **008**<sup>16</sup> Espaciamiento original **200** ca x **200** ca x  ca<sup>17</sup>

Descripción de factores y niveles:

Código del factor 1 **FEC**<sup>18</sup> Código del factor 2 <sup>20</sup> Código del factor 3 <sup>22</sup>

Nombre del factor 1 **Ensayo fertilización**<sup>19</sup> Nombre del factor 2 <sup>21</sup> Nombre del factor 3 <sup>23</sup>

No. del nivel **01**<sup>19</sup> No. del nivel <sup>21</sup> No. del nivel <sup>23</sup>

Descripción del nivel **TESTIGO**<sup>19</sup> Descripción del nivel <sup>21</sup> Descripción del nivel <sup>23</sup>

**TESTIGO (superficial)**

Nombres de anotadores **S. Gaita**<sup>24</sup>

Observaciones <sup>25</sup>

26	27	28	29	30	31	32	33	Arbol No.	Eje No.	Diáme- tro de eje (mm)	Altura total de eje (dm)	Código de forma* y defectos de fuste	Arbol No.	Eje No.	Diáme- tro de eje (mm)	Altura total de eje (dm)	Código de forma* y defectos de fuste
01		-88	013														
02		-88	016														
03		-88	012														
04		009	019														
05		006	018														
06		012	022														
07		-88	012														
08		006	018														

\*Códigos para forma y defectos del fuste: 1=cola de zorro, 2=poco sinuoso, 3=muy sinuoso, 4=torcedura basal, 5=bifurcado, 6=inclinado, 7=enfermo, 8=con plagas, 9=copa asimétrica, A=tallo quebrado con recuperación, B=tallo quebrado sin recuperación, C=sin copa, D=replantación, E=especie extraña, R=rebrote o retoño.  
 (Columnas en blanco opcionales para Diámetro basal, Diámetro del tocón, Altura del tocón, Diámetro de copa y otras variables)

## PERSONAL TECNICO DEL CATIE/PROYECTO MADELEÑA\*

### JEFATURA

Rodolfo Salazar (1990)  
Ronnie de Camino (hasta 1989)  
Hernán Rodríguez

Coordinador Regional  
Coordinador Regional  
Administración

### SILVICULTURA

Miguel Musálem  
David Hughell  
Valentín Jiménez  
Héctor Martínez (hasta marzo 90)  
Luis Ugalde

Silvicultor Principal  
Modelación  
Silvicultura  
Silvicultura  
Manejo de Información

### SOCIOECONOMIA

Thomas McKenzie  
Dean Current  
  
Manuel Gómez  
Stanley Heckadon (hasta octubre 90)  
Carlos Reiche

Economista Principal  
Socioeconomía/Manejo de  
Información  
Economía  
Sociología  
Economía

### EXTENSION

Carlos Rivas  
Héctor Chavarría  
Leyla González (hasta marzo 90)

Extensionista Principal  
Extensionista Asistente  
Sociología

### EDICION

Emilio Hidalgo de Caviedes  
Carlos Granados

Editor  
Documentación

### PAISES

#### GUATEMALA

Carlos Figueroa  
Eberto de León

Coordinador-Silvicultura  
Economía

#### EL SALVADOR

Hugo Zambrana  
Modesto Juárez

Coordinador-Silvicultura  
Economía

#### HONDURAS

Rolando Ordoñez  
Juan F. Pastora

Coordinador-Silvicultura  
Economía

#### COSTA RICA

Carlos Navarro (1990)  
Walter Picado (hasta 1989)  
Marta Lilliana Jiménez (hasta 1989)  
William Portilla

Coordinador-Silvicultura  
Coordinador-Silvicultura  
Coordinadora-Silvicultura  
Economía

#### PANAMA

Blás Morán  
Rafael Tirado  
Sebastián Sutherland

Coordinador-Silvicultura  
Economía  
Silvicultura

---

\*/ Madeleña es un proyecto de investigación, capacitación y diseminación del cultivo de árboles de uso múltiple en América Central y Panamá. Es financiado por AID/ROCAP, y ejecutado por INRENARE de Panamá, DGF de Costa Rica, COHDEFOR de Honduras, CENREN de El Salvador, DIGEBOS de Guatemala con la coordinación regional del CATIE