BOLFOR

PROMABOSQUE

Guía para la Instalación y Evaluación de Parcelas Permanentes de Muestreo (PPMs)

Freddy Contreras
Claudio Leaño
Juan Carlos Licona
Erhard Dauber
Lars Gunnar
Nils Hager
Carlos Caba

Santa Cruz de la Sierra, Bolivia
1999

Copyright©1999 by
Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR)
Programa de Desarrollo Forestal Industrial (PROMABOSQUE)

Las opiniones y juicios técnicos expresados en las publicaciones del Proyecto BOLFOR, son emitidos por los consultores contratados por el proyecto y no reflejan necesariamente la opinión o políticas de la Secretaría Ejecutiva del PL480 o de USAID

Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR)
Cuarto Anillo, Av. 2 de Agosto
Casilla # 6204
Santa Cruz, Bolivia
Fax: 591-3-480854
Tel: 480766-480767
Email: bolfor@bibosi.scz.entelnet.bo

Programa de Desarrollo Forestal Industrial (PROMABOSQUE)
Av. Roca y Coronado
Casilla # 1961
Santa Cruz, Bolivia
Fax: 591-3-525168
Tel: 525168

Autores:

BOLFOR: Freddy Contreras, Claudio Leaño, Juan Carlos Licona, Erhard Dauber
PROMABOSQUE: Lars Gunnar, Nils Hager, Carlos Caba

Citación: BOLFOR ; PROMABOSQUE 1999. Guía para la Instalación y Evaluación de Parcelas Permanentes de Muestreo (PPMs). Santa Cruz, Bolivia

EDICION: Ramiro Duchén
DISEÑO/DIAGRAMACIÓN: Delicia Gutiérrez
DISEÑO DE LA PORTADA: Daniel Nash

Para la reproducción íntegra o en parte de esta publicación se debe solicitar autorización al Proyecto BOLFOR y/o PROMABOSQUE

Impreso en Editora El País
Dirección: Cronembold No. 6
Teléfono 343996 Santa Cruz, Bolivia
Impreso en Bolivia - Printed in Bolivia

BOLFOR es un proyecto financiado por USAID y PL480 en convenio con MDSP

Presentación

Entre la información más relevante de la que se debe disponer para la elaboración y aplicación de un plan de manejo, está la referida al crecimiento de los árboles, puesto que se la utiliza para determinar el ciclo de corta y la regulación de bosque para lograr la sostenibilidad del recurso.

Para la definición del crecimiento y el comportamiento del bosque después del aprovechamiento, es necesario instalar y evaluar Parcelas Permanentes de Muestreo (PPM) en áreas donde se implementan los planes de manejo forestal, de acuerdo a lo estipulado en la Ley Forestal y sus disposiciones complementarias.

El Proyecto BOLFOR, en coordinación con varias concesiones, propiedades privadas y universidades, ha instalado y evaluado PPMs ubicadas en distintos puntos del país, lo que le ha permitido acumular una importante experiencia en el campo, cuyos resultados pone a consideración del público para que sirvan de puntos de referencia para la puesta en práctica de las recomendaciones contenidas en el texto con el propósito de impulsar el manejo sostenible de nuestros recursos.

La elaboración de esta guía, cuyo objetivo es ayudar a los profesionales y técnicos forestales a tomar decisiones en la oficina y el campo para instalar y evaluar las PPMs, tuvo la participación activa de PROMABOSQUE y SCANDIACONSULT. También se recogieron las sugerencias vertidas por la Superintendencia Forestal.

John Nittler
Jefe de Equipo
Proyecto BOLFOR

Agradecimiento

Agradecemos al Ing. Jaime Terán de la
Superintendencia Forestal,
por las sugerencias en el
Capítulo 6 de este documento

Indice de Temas

1. Introducción..... 1
2. Objetivos..... 2
General..... 2
Específicos..... 2
3. Características de las PPMs..... 3
¿Dónde instalar las PPMs?..... 3
Tamaño y forma..... 3
Superficie de PPM a instalar..... 3
Frecuencia de mediciones..... 5
4. Consideraciones para Instalación de las PPMs..... 6
En gabinete..... 6
En el campo..... 7
Demarcación..... 14
5. Información Mínima para Registrar..... 15
Información de Formulario 1..... 16
Información de Formulario 2..... 18
Número de subparcela..... 18
Numeración del árbol..... 19
Categoría..... 20
Especie..... 20
Ubicación geográfica de los árboles..... 21
Diámetro Altura Pecho (dap)..... 21
Altura del punto de medición del dap..... 24
Calidad de fuste..... 24
Alturas..... 24
Posición de la copa..... 28
Forma de la copa 28
Infestación de bejucos..... 32
Estado sanitario del árbol y del fuste 34
6. Manejo de Planillas de Campo y Almacenamiento Digital de Datos..... 35
Referencias Bibliográficas..... 37

Indice de Temas

Anexo 1
Exigencias Mínimas de Parcelas Permanentes de Muestreo (PPMMs) según la Norma Técnica Nº 248/98..... 38

Anexo 2
Mapa de Censo Comercial y Distribución de Parcelas Permanentes de Muestreo al Azar..... 41

Anexo 3
Croquis de Ubicación de las PPMs..... 42

Anexo 4
Formulario 1 - Información Biofísica del Area de Aprovechamiento Anual..... 43

Anexo 5
Formulario 2 - Datos de las Parcelas y Arboles..... 44

Anexo 6
Interpolación 45

Anexo 7
Formulario 3 - Datos de Latizales y Brinzales..... 46

Anexo 8
Nota Técnica: ¿Cómo Determinar la Tasa de Crecimiento de los Arboles?..... 47

1. Introducción

La Ley Forestal 1700, su Reglamento y Normas Técnicas vigentes, determinan la obligación de incluir en todo Plan de Manejo Forestal un sistema de monitoreo mediante parcelas permanentes con el propósito de evaluar el efecto del aprovechamiento y otras intervenciones silviculturales en el bosque remanente.

Las parcelas permanentes son instrumentos que permiten seguir el crecimiento y rendimiento del bosque remanente con el propósito de obtener información esencial para ser utilizada en el momento de tomar decisiones de ordenación forestal respecto a ciclos de corta, diámetros mínimos de corta, volúmenes de corta y otros supuestos planteados en los Planes de Manejo.

La presente guía contiene una metodología cuya finalidad es servir de apoyo a las decisiones que los profesionales enfrentarán en el momento de llevar a la práctica el proceso de instalación y evaluación de parcelas permanentes.

El uso de esta guía no es obligatorio, pero es muy deseable que todos sigan estas recomendaciones para disponer de una base de experiencias comunes y de resultados comparables respecto a la instalación y evaluación de parcelas permanentes en los bosques naturales en Bolivia.

2. Objetivos

Los objetivos que se persiguen con la instalación y evaluación de las Parcelas Permanentes de Muestreo (PPMs) son:

General

- Conocer la respuesta del bosque a las intervenciones (aprovechamiento o tratamientos silviculturales) a lo largo del tiempo.

Específicos

- Determinar los incrementos en diámetro, área basal y/o volumen total o comercial.

- Establecer la mortalidad y reclutamiento de nuevos individuos en términos absolutos y relativos.

3. Características de las PPMs

¿Dónde instalar las PPMs?

Las parcelas permanentes de muestreo deben instalarse en el Area de Aprovechamiento Anual (AAA) de la superficie productiva de la concesión o propiedad privada respectiva.

Tamaño y forma

Según la Norma Técnica 248/98, si la superficie de la concesión o propiedad es menor a 20000 ha, el tamaño de las parcelas permanentes que se instalen tendrá una superficie de 0.25 ha. Para superficies más extensas, cada parcela permanente tendrá una superficie no mayor a 1 ha, no descartando la instalación de parcelas de 0.25 ha en superficies mayores a 20000 ha.

Respecto a la forma, se recomienda instalar parcelas cuadradas, sean éstas de 100 x 100 m (1 ha) para superficies mayores a 20000 ha y 50 x 50 m (0.25 ha) para superficies menores, según se observa en la Figura 1. En las parcelas se medirán solamente los árboles con dap $\geq$ 10 cm.

Superficie de PPM a instalar

Las exigencias mínimas sobre la superficie de PPMs a instalar, están definidas en la Norma Técnica 248/98 (anexo 1). Esta indica que la superficie de parcelas a instalar está relacionada con la superficie productiva de la concesión o propiedad como se puede ver en el cuadro 1.

Cuadro 1. Superficie de PPMs a instalar según superficie productiva

NUEVO!!

0.25 ha

1 ha

Superficie Productiva	Superficie de PPM
200	1
1000	2
5000	4
10000	6
20000	10
30000	15
50000	17
100000	20
150000	25
200000	30
300000	40
500000	50

Con el propósito de obtener la superficie total de parcelas permanentes para áreas productivas de bosque no indicadas hay que interpolar, aplicando un redondeo al próximo número entero más grande.

Un ejemplo de interpolación se puede observar en el anexo 6, también se da un ejemplo del número de parcelas a instalar cada año durante los primeros cinco años, las mismas que se deben realizar en superficies constantes.

Frecuencia de mediciones

La primera medición debe hacerse efectiva en el momento de la instalación de la parcela y antes del aprovechamiento. La segunda, a finales del mismo año y después de haberse realizado el aprovechamiento total o parcial del AAA. En el caso de que la parcela no fuese aprovechada, igualmente se llevará a cabo la segunda medición.

Esta segunda medición será la base para los cálculos de incremento y para efectuar algunas correcciones de posibles malas anotaciones realizadas en la primera medición, por lo tanto, todas las mediciones siguientes deberán ejecutarse en lo posible, en la misma época del año.

Las mediciones sucesivas se harán cada 2 años y después de la segunda durante un período mínimo de 10 años, a partir del año en que se instaló la primera parcela.

4. Consideraciones para la Instalación y Evaluación de las PPMs

En gabinete

La planificación de las PPMs a instalar en un determinado año debe encararse antes o durante la ejecución del censo comercial; de esta manera se podrá visualizar y evaluar mejor el AAA.

Con la información proporcionada por el mapa del censo forestal (coordenadas planas o geográficas, curvas de nivel, y la distribución espacial de los árboles a cortar y los árboles remanentes) se deberá distribuir objetivamente (de manera sistemática o al azar[*]) las PPMs en el AAA (Anexo 7).

Los materiales y equipos de medición necesarios para la instalación y evaluación de una PPM de 1 ha están citados en el cuadro 2. Esto no significa que la falta de cualquiera de ellos evite la ejecución del trabajo. Pero será importante que todos los equipos de medición estén en buen estado y con la escala y numeración claramente visibles, particularmente cintas diamétricas.

[*] En trabajos donde se aplicó la distribución de las parcelas al azar se tuvo el inconveniente posterior que muchas de ellas cayeron en áreas donde no existían árboles o en áreas donde el bosque tiene carácter de protección.

Cuadro 2. Lista de equipos y materiales necesarios para instalar una PPM de 1 ha

Cantidad	Descripción
2	cintas métricas de 50 m
1	brújula
6	unidades de cintas flaggings (anaranjado en lo posible)
36	unidades de estacas o jalones (por ejemplo: PVC de media pulgada de diámetro y 0.50 a 1 m de largo)
2	cintas diamétricas (fibra de vidrio en lo posible)
1	clinómetro o hipsómetro
1	receptor de GPS (Global Positioning System)
400	placas de aluminio o plástico (5 x 4 cm)
1	kilo de clavos de 2”
2	martillos
8	latas de pintura - roja en spray
1	caja de tizas blancas
1	mapa No 4.1 (planificación de aprovechamiento)

En el campo

El trabajo de campo debe ser dirigido por un ingeniero o técnico forestal con conocimiento de PPMs, colaborado por dos ayudantes de campo (un machetero y un matero). Es preferible capacitar a ambas personas antes de efectuar las actividades para obtener buenos resultados y optimizar el trabajo en la instalación, o si ya participaron en actividades similares se debe aclarar la metodología y enfatizar en la precisión de las mediciones. También se debe recomendar a los ayudantes de campo no hacer picas anchas dentro de la parcela, evitando de esta forma la destrucción de la regeneración natural.

Antes de instalar las parcelas en el campo hay que realizar un replanteo según la distribución de las mismas. Por ello, es necesario recorrer el área
antes de ubicar las PPMs para evitar instalarlas en sitios donde no existan árboles, por ejemplo: si la superficie de una PPM presenta más

del 50 % de su área sin árboles, o presenta curichis, pantanos, roca madre, etc. la PPM debe moverse 100 m al Norte o al Sur.

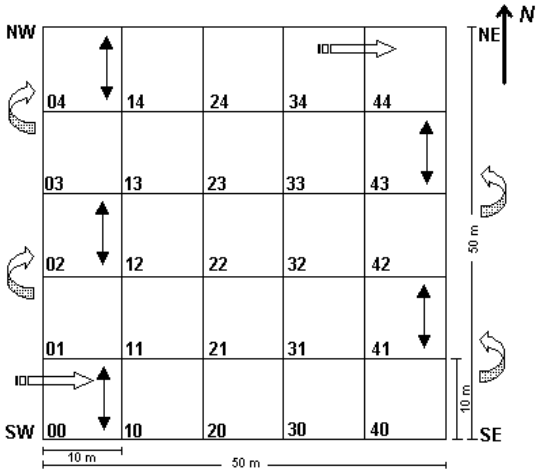
Para empezar la instalación, se debe ubicar un punto de origen, que será en el futuro el vértice o esquina SW (Sudoeste) cuyas coordenadas rectan-gulares serán (0;0). Se recomienda tomar las coordenadas geográficas de este punto con GPS; idealmente este punto GPS debe ser tomado en el mismo punto (0;0), pero por problemas de visibilidad no siempre es posible; por lo tanto el punto GPS puede tomarse en el lugar más cercano al vértice, de ser así se debe determinar la distancia y azimut desde el punto (0;0) al punto GPS. En caso de no contar con un receptor de GPS se deben anotar las coordenadas, tomadas del mapa 4.1, del punto de referencia.

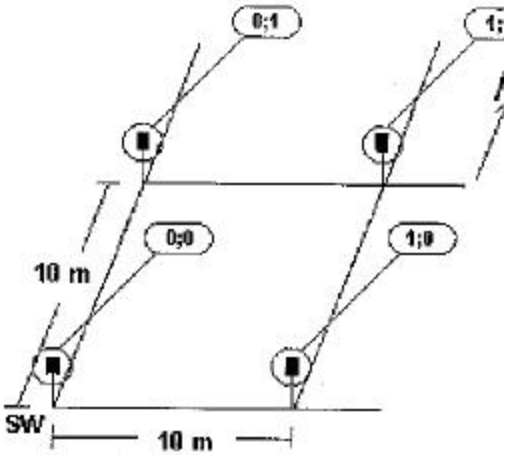
A partir del punto (0;0) se deben abrir dos picas, una con rumbo Este y otra con rumbo Norte hasta alcanzar los 50 ó 100 m según el tamaño de la parcela. Para evitar malos cierres de la PPM, los rumbos deben ser controlados, desde el inicio, con brújula y ajustados con la declinación magnética según las indicaciones de la carta topográfica de la zona.

Sobre las picas se deben dejar jalones o estacas cada 10 ó 20 m pintados o con un pedazo de cinta flagging (plástico de un color adecuado) amarrados al jalón donde se indique el valor de la distancia acumulada. Estas servirán para la demarcación de las 25 subparcelas (10 x 10 ó 20 x 20 m) y también para la ubicación geográfica de los árboles, como se visualiza en la Figura 1.

Figura 1. Diseño de parcelas permanentes de medición y numeración de las Subparcelas a) diseño de PPMs de 0.25 ha

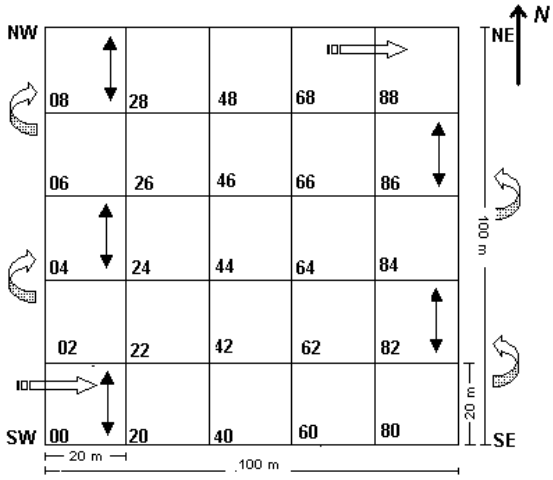
a)

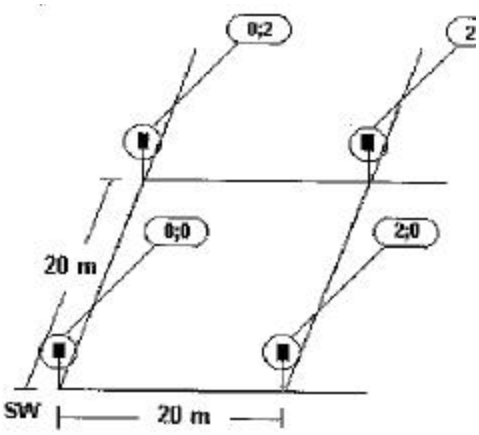

NW
NE
N
SW
SE
04
14
24
34
44
03
13
23
33
43
02
12
22
32
42
01
11
21
31
41
00
10
20
30
40
10 m
50 m
50 m
10 m


0;1
0;0
1;0
10 m
SW
10 m

Continuación....Figura 1. Diseño de parcelas permanentes de medición y numeración de las Subparcelas b) diseño de PPMs de 1 ha

b)





Todas las distancias toman como referencia un plano horizontal; en terrenos inclinados se deben realizar correcciones según la pendiente (Cuadro 3). Para tener la distancia corregida, se multiplica la distancia horizontal requerida, por ejemplo 100 m, por el factor correspondiente al porcentaje de inclinación de la pendiente y se obtiene la distancia equivalente.

Cuadro 3. Factor de conversión para medir distancias horizontales

Inclinación (%)	Factor de corrección	Inclinación (%)	Factor de corrección
1	1.0000	26	1.0332
2	1.0002	27	1.0358
3	1.0004	28	1.0385
4	1.0008	29	1.0412
5	1.0012	30	1.0440
6	1.0018	35	1.0595
7	1.0024	40	1.0770
8	1.0032	45	1.0966
9	1.0040	50	1.1180
10	1.0050	55	1.1413
11	1.0060	60	1.1662
12	1.0072	65	1.1927
13	1.0084	70	1.2207
14	1.0098	75	1.2500
15	1.0112	80	1.2806
16	1.0127	85	1.3124
17	1.0143	90	1.3454
18	1.0161	95	1.3793
19	1.0179	100	1.4142
20	1.0198	105	1.4500
21	1.0218	110	1.4866
22	1.0239	115	1.5240
23	1.0261	120	1.5620
24	1.0284	125	1.6008
25	1.0308	130	1.6401

Para reubicar las PPMs en futuras mediciones se deben hacer anotaciones en el mapa de censo (ver anexo 3) y destacar algunos detalles de campo que no aparecen en este (por ejemplo curichis, árboles gigantes, etc). De este modo facilitamos la ubicación de las parcelas.

Para las concesiones o propiedades privadas que decidan evaluar la regeneración natural menor a 10 cm de dap, se recomienda instalar subparcelas pequeñas para latizales y brinzales sujetas a los objetivos que se plantee cada empresa o propiedad, o para certificar el manejo forestal.

Para el levantamiento de árboles menores a 10 cms de dap, se tiene la si-guiente condición:

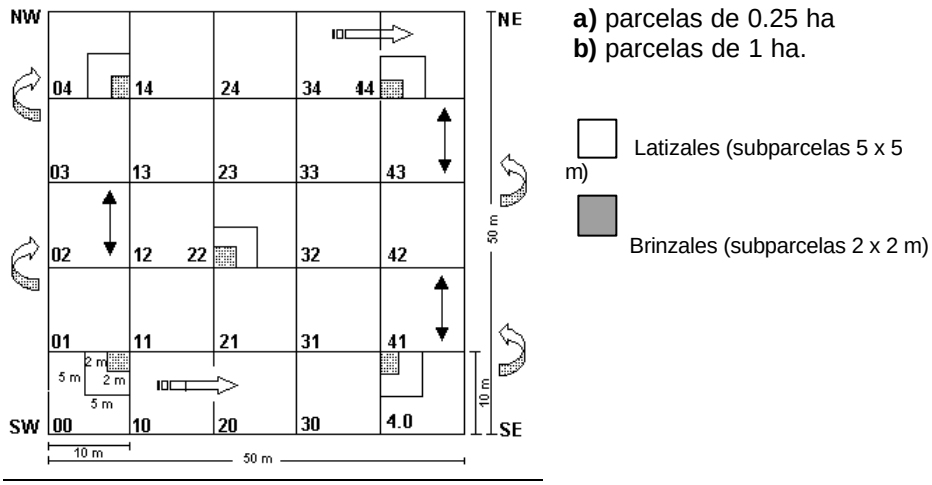
- **Latizales**. Individuos con dap mayor o igual a 5 cm y menor a 10 cm ($5 \leq dap < 10$), registrados en subparcelas de 5 x 5 m.

- **Brinzales**. Individuos con dap menor a 5 cm y altura mayor o igual a 1.30 m ($dap < 5$ cm , $h \geq 1.30$ m), registrados en subparcelas de 2 x 2m.

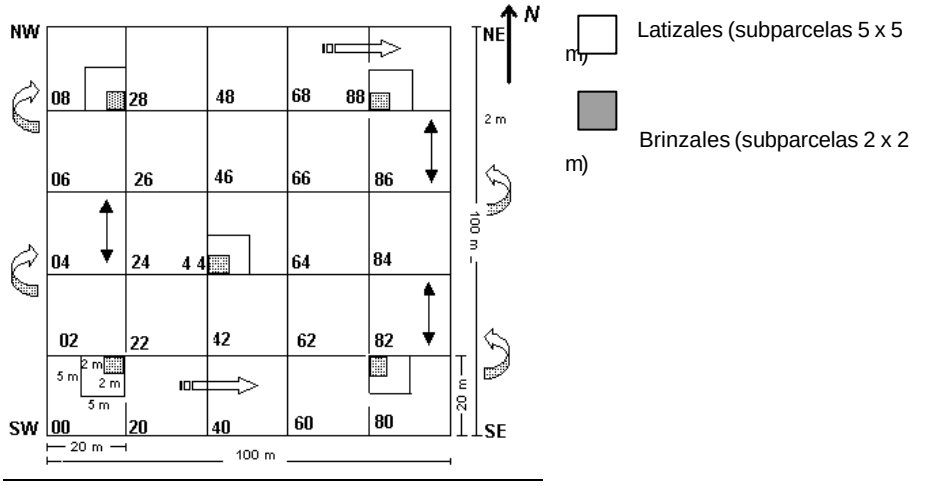
Se recomienda que las subparcelas, para evaluar la regeneración menor a 10 cm de dap, sean distribuidas sistemáticamente y con 5 repeticiones según el diseño de la Figura 2.

Figura 2. Distribución de subparcelas de regeneración natural

a)



b)



Demarcación

Todos los vértices o esquinas de las subparcelas deben ser marcados; se recomienda usar tubo PVC de ½" de diámetro y de un metro de largo enterrándose 50 cm en el suelo; la parte superior de este tubo debe ser marcada con pintura de color llamativo (rojo, por ejemplo) para su mejor visualización.

Además, en el mismo tubo PVC colocado en el vértice sudoeste de cada subparcela (ver Figura 1) se debe anotar con un marcador, de preferencia indeleble y de color diferente a la pintura referida en el párrafo anterior, el par ordenado que identificará a la subparcela y a los árboles dentro de la misma, toda vez que la parcela se analiza como un plano cartesiano (X;Y).

5. Información Mínima para Registrar

La información de la parcela será registrada en tres formularios:

- Formulario 1: Información general de la parcela. Este formulario se llenará al momento de instalar la parcela. (Anexo 4).

- Formulario 2: Información de subparcelas y árboles. Este formulario se llenará en cada medición de la parcela. (Anexo 5).

- Formulario 3: Información de latizales y brinzales. Este formulario es opcional (anexo 7).

A continuación se describen las características de la información a registrar en cada uno de estos formularios.

Información Formulario 1

Variable	Descripción
Nombre de la empresa	Se debe anotar el nombre de la empresa tal como está registrada en la Superintendencia Forestal (SIF) o en la Cámara de Industria y Comercio.
Concesión o nombre de propiedad privada	En caso de concesiones se anota la razón social; en caso de propiedades privadas el nombre de la propiedad.
Ubicación administrativa	Anotar el departamento, provincia y municipio donde se encuentra la concesión o propiedad privada.
Número de registro en la SIF	En caso de concesiones se anota el número de registro en la SIF; en caso de propiedades privadas el número de resolución de la SIF de aprobación del plan de manejo.
Superficie productiva y ciclo de corta	Se debe anotar la superficie productiva y el ciclo de corta propuestos en el plan general de manejo forestal.
Número de la parcela	Se anota el número de la parcela permanente. Las parcelas deberán ser enumeradas consecutivamente, comenzando con 1.
Tamaño de la parcela	Se marca con "X" la alternativa apropiada.
Coordenadas UTM	Se anota la zona y las coordenadas **X, Y, Z** del sistema UTM del vértice SW de la parcela, o del lugar donde se registró el punto GPS (junto con la distancia y azimut correspondiente).
Fecha de instalación	Se anota la fecha de instalación de la parcela en el formato Día/Mes/Año
Precipitación promedio anual	Se anota la precipitación promedio (mm) de los últimos 10 años de la estación meteorológica más cercana. Se recomienda que se registre la precipitación anual a partir del año de instalación de la parcela.
Temperatura promedio	Se anota la temperatura promedio (ºC) de los últimos 10 años de la estación meteorológica más cercana.

Continuación Información Formulario 1

Variable	Descripción
Vientos dominantes	Se anota la dirección de los vientos dominantes (S, SE, etc.)
Zona de vida	Se anota la zona de vida según el sistema de clasificación de Holdridge, de acuerdo a los datos registrados en el Plan de Manejo.
Posición fisiográfica	La posición fisiográfica se refiere a la posición de la parcela dentro de una geoforma. La posición se clasifica en: 1. En el valle 2. En la ladera 3. En la cima 4. En la planicie
Textura del suelo	La textura del suelo debe referirse al promedio de la parcela y se anota en las siguientes clases: 1. Arcilloso 2. Franco arcilloso 3. Franco 4. Franco arenoso 5. Arenoso
Disturbios	Se anotan los disturbios que han afectado el bosque antes de la instalación de la parcela, ejemplo, incendios, inundaciones, huracanes, etc.
Drenaje	Se anota el drenaje de la parcela en las siguientes categorías: 1. Bien drenado 2. Drenaje regular 3. Mal drenado
Pendiente promedio de la parcela	Se debe anotar la pendiente promedio cuando la parcela presenta diferentes grados de inclinación.

Información Formulario 2*

Variable	Descripción
Concesión o nombre de propiedad privada	Corresponde a la misma descripción del formulario 1.
Número de registro en la SIF	Corresponde a la misma descripción del formulario 1.
Número de la parcela	Corresponde a la misma descripción del formulario 1.
Número de medición	Se anota el número de la medición según la siguiente codificación: 1. Instalación 2. Medición de control el mismo año de la instalación 3. Remedición después de 2 años 4. Remedición después de 4 años 5. Remedición después de 6 años 6. Remedición después de 8 años 7. Remedición después de 10 años
Fecha de instalación	Se anota la fecha de instalación de la parcela en el formato Día/Mes/Año.
Sotobosque	Se anota la existencia de sotobosque en la parcela en las siguientes clases: 1. Sotobosque ralo o ausente 2. Sotobosque regular 3. Sotobosque denso

Número de subparcela

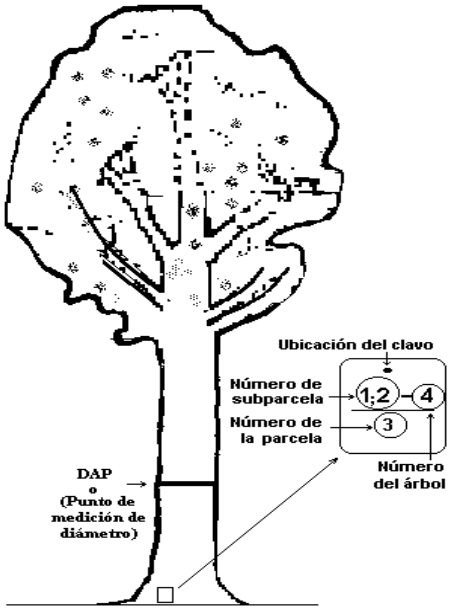
La manera de enumerar y su identificación de las subparcelas es a través del par ordenado (0;0, 0;1, 0;2, 0;3... etc.), según se observa en las Figuras 1a y 1b.

* La información de este cuadro va en el encabezado del Formulario 2

Numeración del árbol

Todos y cada uno de los árboles dentro de una PPM, con dap≥10cm, deben poseer un solo identificador y no puede repetirse en ningún momento, ya que en la base de datos a crearse la unidad de información es el árbol. Para identificar cada árbol se deben usar cuatro números, los dos primeros corresponden al par ordenado que identifica a la subparcela en el orden (X; Y), el tercer número pertenece al número del árbol, debajo de éstos se halla el número de la parcela, según se visualiza en la Figura 3.

Figura 3. Numeración del árbol



El número debe ser colocado en el respectivo árbol en una placa de 4 x 5 cm (aluminio[1] o plástico) de modo que se pueda conservar por lo menos 5 años. Esta debe ir 20 cm por encima del nivel del suelo, y estar ubicada en el lado Sur de cada árbol, conforme se observa en la Figura 3. Se recomienda la utilización de un marcador indeleble para colocar el respectivo número o un lapicero en desuso, en el último caso, se necesitará usar un clavo para marcar sobre la lámina.

Para la numeración de la regeneración natural (latizales y brinzales) se pueden emplear placas de aluminio o plástico amarradas con alambre de cobre a cada individuo *registrado*.

Categoría

Para describir a los árboles, tanto en forma estática como dinámica (árbol vivo, aprovechado, mortandad y reclutamiento), se registra la categoría del árbol en las siguientes clases.

1. Arbol encontrado vivo
2. Arbol reclutado
3. Arbol encontrado muerto
4. Arbol aprovechado
5. Arbol no encontrado

Especie (nombre común)

En esta casilla se debe anotar el nombre común de cada individuo encontrado, árboles y palmas a partir de dap≥10 cm. Se debe contar con un buen matero para este efecto (es recomendable que se emplee un solo matero para el levantamiento de la información de todas las parcelas a establecerse en cada año y en lo posible para el resto de los años).

Ubicación geográfica de los árboles

[1] Se pueden emplear láminas de aluminio utilizadas por la prensa escrita .

Todos los árboles y palmeras deben tener como origen el punto (0.0) o vértice (SW) de la subparcela. La medición debe realizarse con una precisión de metros enteros según el ejemplo de la Figura 4. Con esta información y las curvas de nivel del mapa de censo, se podrá generar un mapa de ubicación geográfica de los árboles en trabajo de gabinete.

Diámetro Altura Pecho (dap)

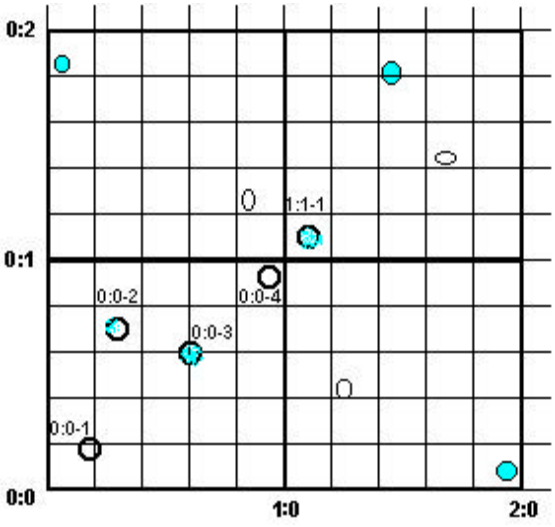
Se medirán todos los árboles y palmeras a partir de 10 cm de dap. Esta medición corresponde al diámetro del árbol medido a 1.30 m del nivel del suelo en condiciones normales, es decir, cuando el árbol se encuentra en forma perpendicular al suelo y presenta un fuste recto y cilíndrico. Para casos especiales emplear lo que se muestra en la Figura 5; la unidad de medida es el centímetro con precisión al milímetro (ejemplo: 46.5 cm) además, se debe medir con instrumentos de calidad y precisión (cinta diamétrica de fibra de vidrio, en lo posible).

Antes de medir el diámetro, el punto de medición debe ser marcado con una tiza blanca, luego se debe colocar la cinta métrica en forma perpendicular al medidor, tomando en cuenta que la cinta esté bien pegada al tronco y bien ajustada. Definido el valor del diámetro, dicho punto debe ser marcado con pintura en spray o pintura al óleo, de esta manera se tendrá marcado el punto de medición para futuras mediciones.

En todos los casos será mejor pintar una banda angosta alrededor del tronco y no un punto con el fin de evitar ambigüedades. Al realizar una segunda o tercera medición se debe repintar este punto.

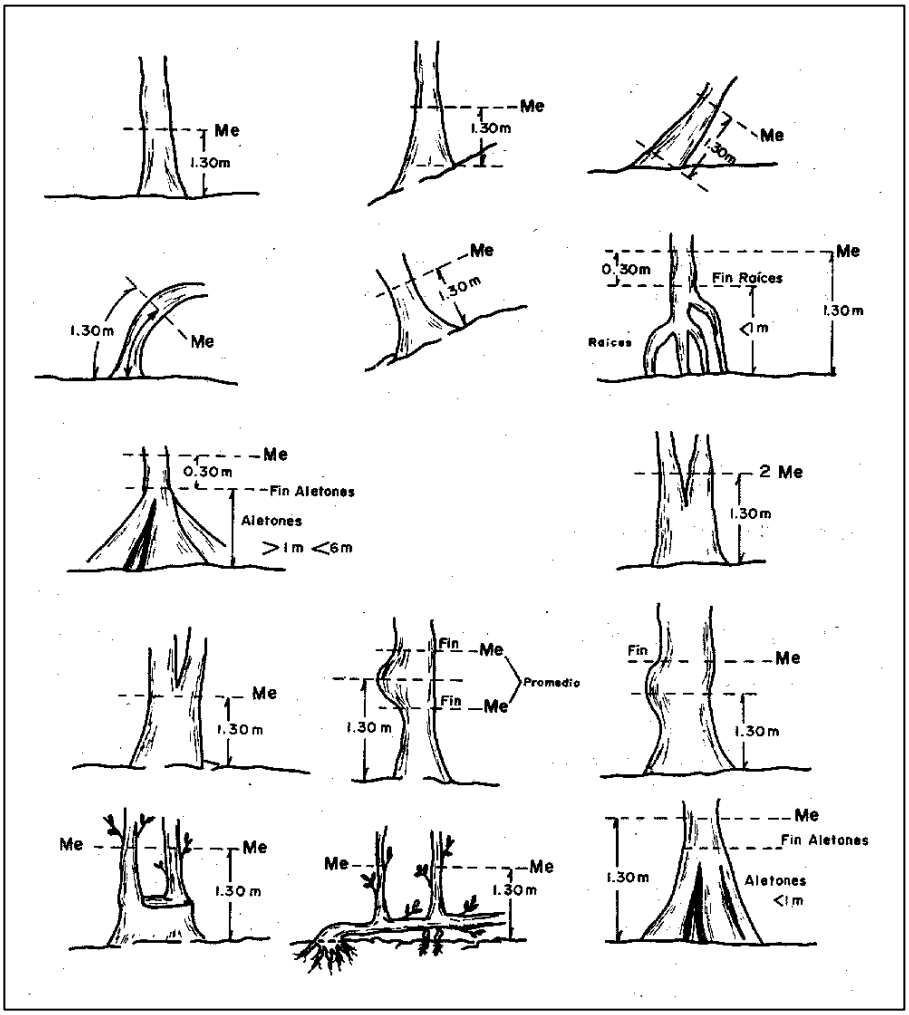
Si existieran bejucos adheridos al fuste y no se podría medir el dap, se debe cortar dicho bejuco y anotar en observaciones este corte. Este procedimiento sólo se realizará cuando el bejuco no pueda retirarse para medir el diámetro, no así cuando puede ser retirado con las manos y cruzar la cinta de medición.

Figura 4. Registro de la posición de los individuos en la PPM



N° subp	N° Arbol	Especie	Coord. X	Coord.
0:0	1	curupaú	2	2
0:0	2	tasaá	3	7
0:0	3	tasaá	6	6
0:0	4	curupaú	9	9
1:0	1	curupaú	13	4
1:0	2	tasaá	19	1
0:1	1	tasaá	1	19
0:1	2	curupaú	9	13
1:1	1	tasaá	11	11
1:1	2	tasaá	14	18
1:1	3	curupaú	17	14

Figura 5. Medición de diámetro en casos normales y casos especiales (Fuente: Cailliez 1980 con adiciones de Manzanilla)



Altura del punto de medición del dap

Por norma el dap se mide a 1.30 m sobre el nivel del suelo, pero si los árboles presentan irregularidades a esta altura, entonces se mide el diámetro donde termina la deformación, conforme se puede visualizar en la Figura 5. Asimismo, es importante registrar la altura de la medición del diámetro de referencia para no incurrir en errores en futuras mediciones.

Calidad de fuste

El fuste constituye la parte más importante del árbol como producto maderable y guarda relación con su conformación morfológica, fenotípica y su estructura. En este sentido se consideran tres calidades, a saber:

- Calidad 1: Sano y recto sin ningún signo visible de defectos
- Calidad 2: Con señales de ataque de hongos, pudrición, heridas, curvatura, crecimiento en espiral y otras deformaciones
- Calidad 3: Curvado y efectos graves en su estructura, posiblemente útil para leña.

Alturas

En los bosques tropicales y subtropicales es muy difícil determinar la altura de los árboles con alta precisión, puesto que es complicado identificar exactamente la parte superior de las copas de muchos de los árboles cuando están totalmente llenas de follaje.

Se resumen dos tipos de altura:

- **Altura total**. Es la distancia vertical entre la base y el ápice del árbol. La medición de esta variable se realizará con un hipsómetro o clinómetro (Figura 6).

- **Altura de fuste**. Es la altura medida desde el nivel del suelo hasta la bifurcación principal, que marque el inicio de la copa (Figura 6).

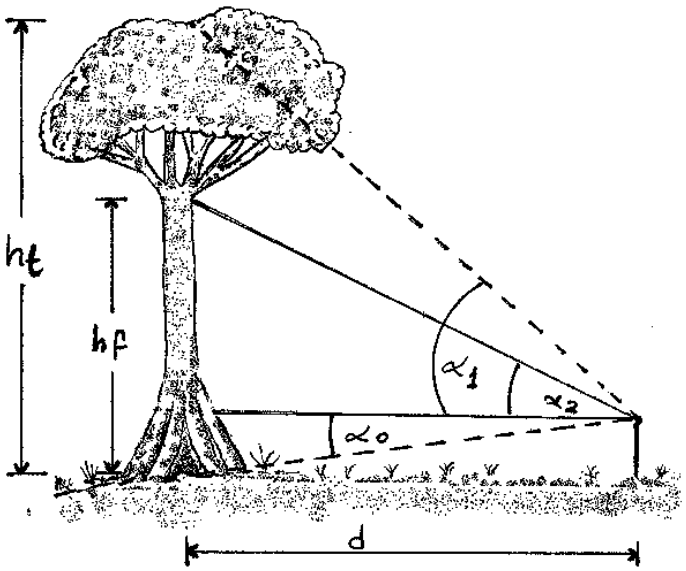
Según norma técnica, en el momento de la instalación, y por única vez, se deberá medir la altura de fuste y la altura total de todos los individuos registrados. Pero se recomienda medir las alturas de fuste y total de todos los árboles (inclusive las palmeras) con la misma frecuencia que los diámetros (cada dos años); la precisión de esta medición debe ser del orden del metro más cercano. En caso de incluir regeneración natural se recomienda medir la altura total de todos los individuos.

Instrumentos como el clinómetro o reglas telescópicas pueden ayudar a determinar las alturas. También se puede construir jalones con medidas conocidas y relacionar las mismas con las alturas del árbol.

Es aconsejable usar hipsómetro, pero en caso de no contar con este instrumento se recomienda el clinómetro para la medición de alturas. Este instrumento, que casi siempre está disponible permite una gran flexibilidad en la medición de alturas porque no está limitado a distancias fijas de medición como por ejemplo el hipsómetro.

Para el uso correcto del clinómetro se deben realizar 3 mediciones, visualizando el pie del árbol, el principio de la copa (primera bifurcación principal) y el ápice de la copa anotando los porcentajes de inclinación correspondientes, un ejemplo de medición se ve en la Figura 6 y se deben aplicar las siguientes fórmulas según Dauber, 1999.

Figura 6. Procedimiento para medir alturas clinómetro



$$ht = d * (a1 - a0)$$
$$hf = d * (a2 - a0)$$

donde:

ht = altura total en metros
hf = altura de fuste en metros
α_0 = inclinación al pie del árbol en porcentaje
$\alpha 1$ = inclinación altura total del árbol en porcentaje
$\alpha 2$ = inclinación principio de la copa en porcentaje en porcentaje
d = distancia en metros

En terreno plano α_0 es un valor negativo, el cual por el signo negativo de la fórmula se convierte en positivo y se suma. Las mismas fórmulas se emplean para terrenos inclinados y se aplica el mismo procedimiento matemático. Por ejemplo, tenemos d = 16 m, α_0 = 5%, $\alpha 2$ = 90%, $\alpha 1$ = 120%, aplicando las fórmulas obtenemos:

$$ht = \frac{16 * (120 - (-5))}{100} = \frac{16 * 125}{100} = 20m$$

$$hf = \frac{16 * (90 - (-5))}{100} = \frac{16 * 95}{100} = 15.2m$$

Posición de copa

Está referida a la posición de la copa con respecto a su exposición a la luz solar; su clasificación fue dada por Dawkins, basada en cinco puntos, cuyo sistema fue modificado por otros autores (Figura 7a).

1. **Emergente**: La parte superior de la copa totalmente expuesta a la luz vertical y libre de competencia lateral, al menos en un cono invertido de 90° con el vértice en el punto de la base de la copa.

2. **Plena iluminación superior**: La parte superior de la copa está plenamente expuesta a la luz vertical, pero está adyacente a otras copas de igual o mayor tamaño dentro del cono de 90°.

3. **Alguna iluminación superior**: La parte superior de la copa está expuesta a la luz vertical, o parcialmente sombreada por otras copas.

4. **Alguna Luz lateral**: La parte superior de la copa enteramente sombreada de luz vertical, pero expuesta a alguna luz directa lateral debido a un claro o borde del dosel superior.

5. **Ausencia de luz**: La parte superior de la copa enteramente sombreada tanto de luz vertical como lateral.

Forma de copa

Dentro de la población de cualquier especie, el aspecto o calidad de la copa en relación con el tamaño y estado de desarrollo del árbol está corre-lacionado con el incremento y el incremento potencial (Dawkins, 1963). Las definiciones de forma de copa que se dan a continuación deben interpretarse y aplicarse de acuerdo con las características de cada especie y del estado de desarrollo de cada árbol (Figura 7b).

1. **Perfecta**: Corresponde a las copas que presentan el mejor tamaño y forma que se observa generalmente, amplio plano circular y simétrica.

2. **Buena:** Copas que se acercan mucho al anterior nivel, silviculturalmente satisfactorias, pero con algún defecto leve de simetría o algún extremo de rama muerta.

3. **Tolerable:** Apenas satisfactorias silviculturalmente, evidentemente asimétricas o ralas, pero aparentemente poseen capacidad de mejorar si se les da espacio.

4. **Pobre:** Evidentemente insatisfactorias, presentan muerte regresiva en forma extensa, fuertemente asimétricas y pocas ramas, pero proba-blemente capaces de sobrevivir.

5. **Muy pobre:** Definitivamente degradadas o suprimidas, o muy dañadas pero con posibilidades de incrementar su tasa de crecimiento como res-puesta a la liberación.

Figura 7. Variables Dawkins modificadas

a) posición de copa

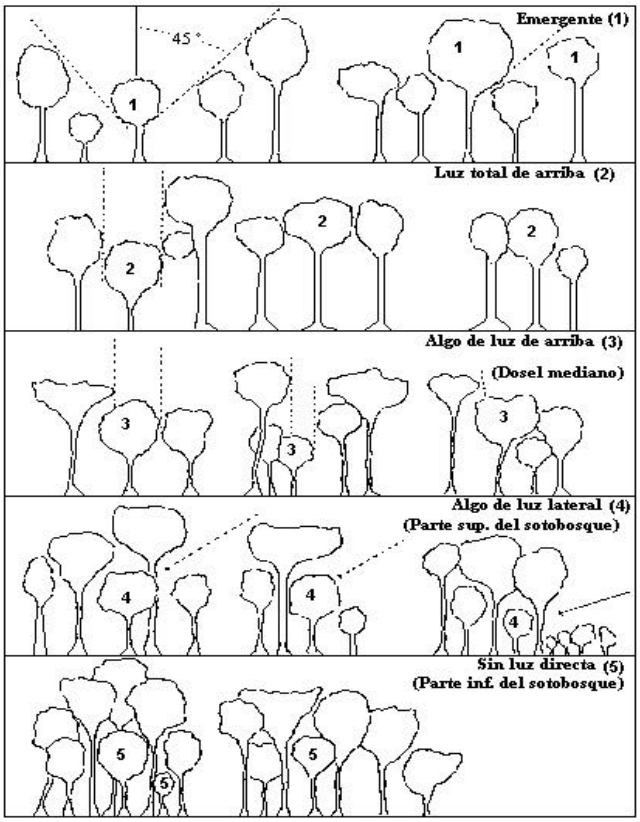
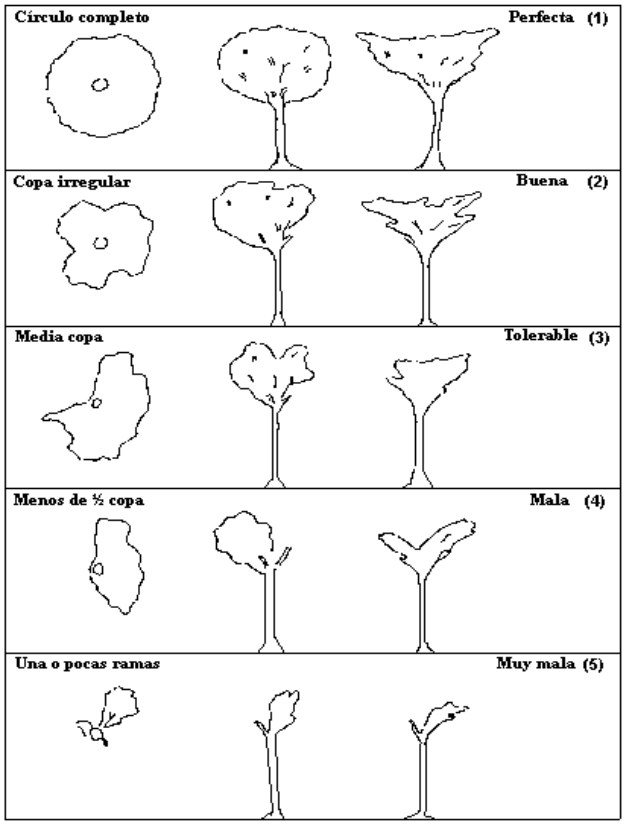


Figura 7. Variables Dawkins modificadas

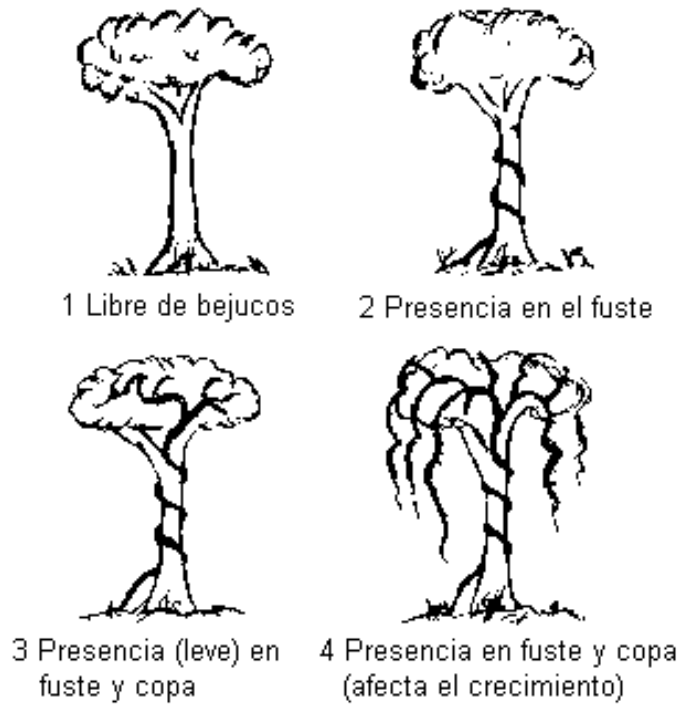
b) forma de copa



Infestación de bejucos

La infestación por lianas y trepadoras tiene serios efectos en el crecimiento e incremento y la forma de los árboles, lo que incide directamente en la producción futura de madera. Es un factor que merece especial atención en cuanto a su seguimiento, particularmente si la información será utilizada en modelos de crecimiento. En la recolección de datos se usará la clasificación de Lowew & Walkey (1997) conforme se visualiza en la Figura 8.

Figura 8. Grados de infestación de lianas y bejucos



1. Arbol libre de trepadoras.
2. Trepadoras presentes solamente en el fuste, la copa está exenta.
3. Presencia de trepadoras en el fuste y la copa, pero no afectan el crecimiento terminal.
4. La totalidad de copa cubierta por las trepadoras y el crecimiento terminal está seriamente afectado

Estado sanitario del árbol y del fuste

Refleja la vitalidad del árbol, guarda estrecha relación con su crecimiento e incremento, al mismo tiempo indica la situación en que se encuentra. Para el levantamiento de datos se sigue la siguiente clasificación:

4 **Relacionado a todo el árbol**

AS. Arbol sano, en pie, ac. Arbol caído vivo, aq. Arbol quemado, ae. Arbol estrangulado por lianas, ai. Arbol inclinado, af. Arbol en período reproductivo (flores y/o frutos).

4 **Relacionado al fuste**

FP. Fuste podrido, FE. Fuste con excrecencias, FH. Fuste con ataque de hongos, FM. Fuste con corteza muerta, FS. Fuste sano, FI. Fuste con ataque de insectos, FHu. Fuste hueco.

6. Manejo de Planillas de Campo y Almacenamiento Digital de Datos

Se debe tener mucho cuidado en realizar un manejo adecuado de la información de campo y almacenamiento digital de datos, usar todos los formularios, de modo que se tenga consistencia en la información y pueda tener validez.

Los datos de campo deben ser anotados de forma legible; las planillas deben manejarse siempre en forma ordenada bajo numeración o codificación que se deberá mantener en las bases de datos de los archivos digitales.

Todos los datos de campo que no correspondan a la medición estándar, deben ser señalados en la columna de observaciones. Por ejemplo, debe quedar claramente establecido si el diámetro de referencia de un árbol fue medido a 2.30 m de altura del suelo por aletones que impedían la medición a 1.30 m de altura.

Los archivos digitales deben incluir cada árbol como un registro (fila) y las variables como campos manteniendo la correspondencia con el formulario de campo (ver anexo 5).

No se deben mezclar en un mismo archivo digital las variables de sitio, variables de regeneración y variables de árboles adultos. Cada uno de ellos debe ser almacenado en forma separada o sea usar un archivo digital o una hoja electrónica por cada formulario.

Es importante que el nombre común de las especies sea digitalizado en forma completa y no en forma de códigos lo que evitará posteriores

problemas de procesamiento. De todas maneras es importante incluir la lista completa de nombres comunes de las especies acompañadas de sus nombres científicos, familias y otras informaciones relevantes.

Una vez almacenados los datos en la planilla digital, es necesario someterla a filtros y también hacer una primera impresión para enmendar errores de transcripción.

Para mantener y alimentar una base de datos estandarizada es importante que se guarden los datos crudos en programas de Software compatibles con los ambientes de Microsoft Windows o DOS (por ejemplo formato Excel o Dbase).

Referencias Bibliográficas

Dallmeier, F.et al (1992). Guía para el usuario de las parcelas experimentales de biodiversidad. Reserva de la biosfera del Beni, Bolivia Parcelas 01 y 02. Estación Biológica del Beni. Academia de Ciencias. La Paz-Bolivia.

Manzanilla, H. 1993. Los sitios permanentes de investigación silvícola un sistema integrado para iniciarse en el cultivo de los ecosistemas forestales (Bolitín técnico Nº 116 segunda edición: diciembre de 1993).

Pinelo, I.M. 1997. Dinámica del Bosque Petenero. Avances de Investigación en Petén, Guatemala. Serie Técnica Nº 296 CATIE.

Saravia, P. P. 1995. Guía para la instalación de parcelas permanentes de medición, para estudios de Crecimiento y Rendimiento (PPM) en Lomerío.

Synnott, T. J. 1991. “Manual de procedimiento de instalación de parcela permanente para bosque húmedo tropical”. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Serie de Apoyo Académico Nº 12. 1’103 p.

Valerio, J. 1996. Crecimiento y rendimiento. Informe de consultoría BOLFOR-Santa Cruz.

Anexo 1

Exigencias Mínimas de Parcelas Permanentes de Muestreo (PPMs) según la Norma Técnica Nº 248/98

3.11 Disposiciones Generales sobre Silvicultura.

4. Las respuestas del bosque a las intervenciones (aprovechamiento o tratamientos silviculturales) serán evaluadas por la empresa u organización mediante la instalación, monitoreo y análisis de parcelas permanentes y muestreos de regeneración en los sitios de aprovecha-miento.

5. Las parcelas de control permanente deberán ser instaladas con un número mínimo de acuerdo a la superficie bajo manejo tal y como se señala en el cuadro posterior. Esto no significa que con otros fines no pueda ser necesario instalar una mayor intensidad u otro de monitoreo. La superficie de parcelas permanentes de superficies no indicadas en el cuadro anterior, se obtiene mediante interpolación entre los dos valores más cercanos.

6. Si la superficie de la concesión o propiedad es menor a 20000 ha, las parcelas permanentes que se instalen tendrán una superficie de 0.25 ha. Para superficies mayores, cada parcela permanente tendrá una superficie no mayor a 1 ha.

7. Las parcelas permanentes correspondientes de acuerdo a la superficie de la propiedad privada o concesión se instalarán cada año en superficies constantes a partir del primer año de implementación del plan de manejo hasta alcanzar la superficie de parcelas descrita en el cuadro siguiente, en el transcurso de los primeros 5 años. Para los planes de manejo vigentes, aprobados hasta la fecha por la Superintendencia Forestal, las parcelas permanentes que les correspondan se instalarán cada año en superficies constantes, en los primeros 5 años posteriores a la aprobación de esta norma técnica, hasta alcanzar la superficie de parcelas descrita en el siguiente cuadro:

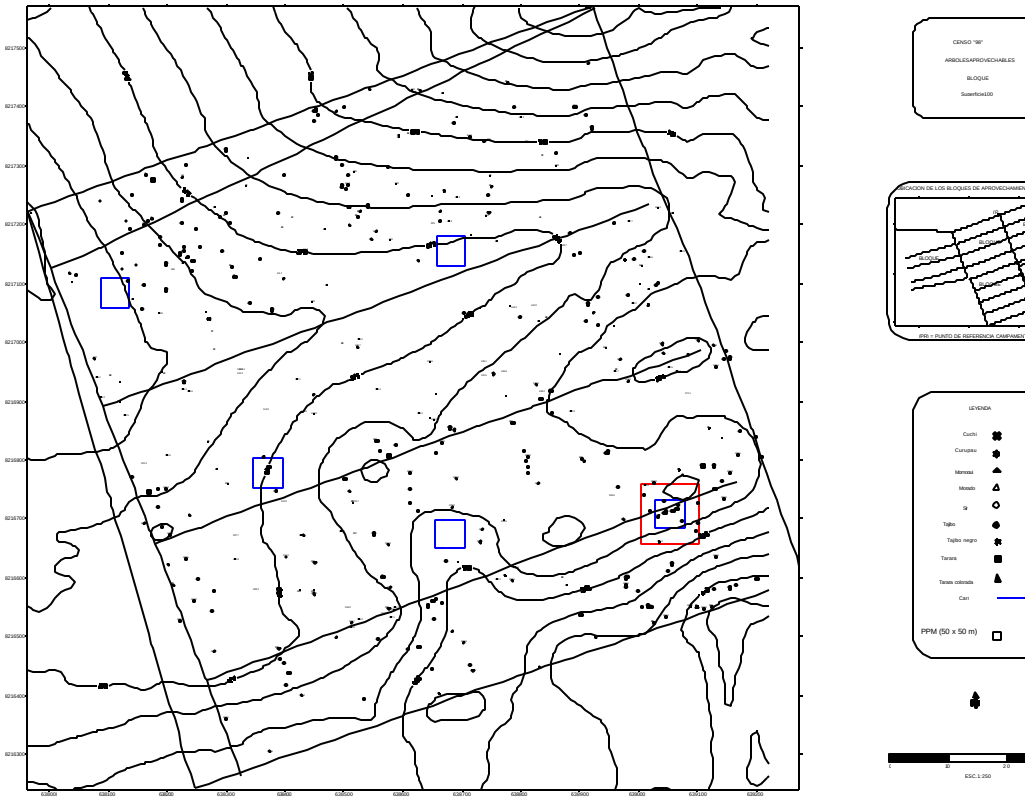
Superficie productiva de la concesion o propiedad privada (ha)	**Superficie total de parcelas permanentes (ha)**
200	1
1000	2
5000	4
10000	6
20000	10
30000	15
50000	17
100000	20
150000	25
200000	30
300000	40
500000	50

8. Las parcelas se instalarán y medirán antes del aprovechamiento y se remedirán una vez que termine el aprovechamiento. Al final de cada gestión se debe presentar en el informe de gestión las planillas de campo y base digital donde se incluya cada una de las variables consideradas en la instalación de las parcelas permanentes. Las mediciones sucesivas se harán cada dos años durante un período mínimo de 10 años contados a partir del año en que se instaló la primera parcela.

9. Las parcelas se distribuirán objetivamente en toda la superficie aprovechada considerando los diferentes tipos de vegetación (por ej. Bosque alto, bosque bajo, bosque de galería, etc.) que se presenten.

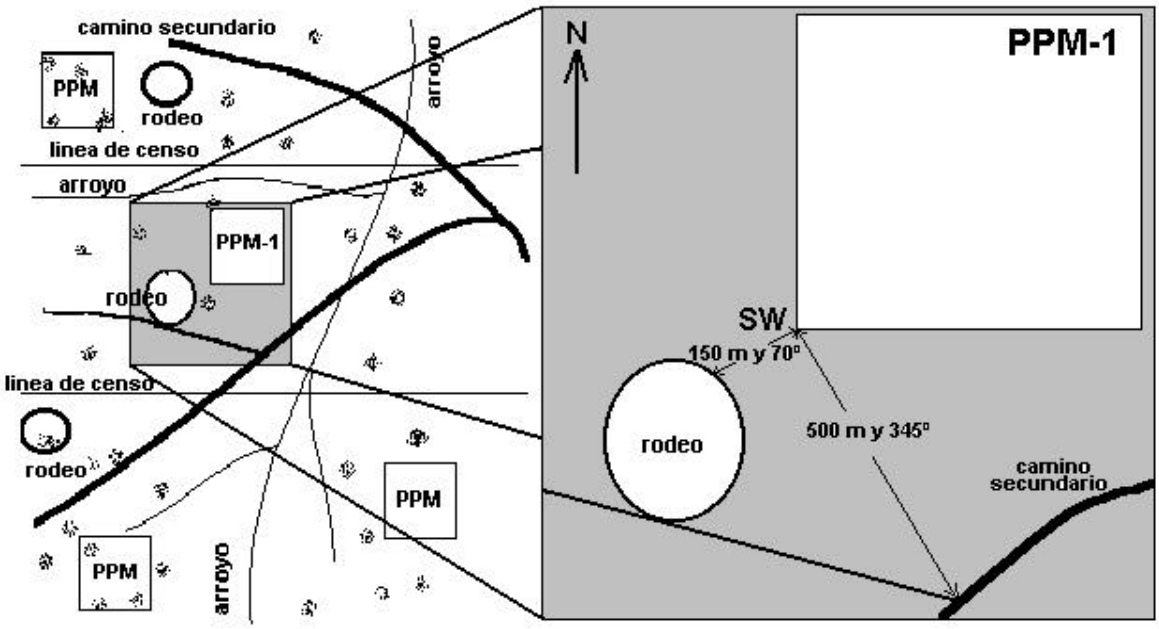
10. Las parcelas permanentes deberán incluir como mínimo la siguiente información: # de árbol, especie, dap de todos los árboles y palmas con dap $\geq$ 10 cm, posición de copa, grado de infestación de lianas, estado sanitario y coordenadas de ubicación. Por una única vez, al momento de instalación se medirán también la altura de fuste y la altura total de todos los individuos registrados.

Anexo 2: Mapa de Censo Comercial y Distribución de Parcelas Permanentes de Muestreo al Azar



Anexo 3

Croquis de ubicación de las PPMs



Nota.- El croquis no debe ser necesariamente elaborado en computadora.

Anexo 4:

Formulario 1- Información Biofísica del Area de Aprovechamiento Anual

Nombre de la empresa:	
Nombre de la concesión o propiedad privada	
Ubicación administrativa:	
Departamento: Provincia: Municipio:	
Número de registro en la SIF:	
Superficie productiva (ha):	
Ciclo de corta en años:	

Número de la parcela:		
Tamaño de la parcela:	50 x 50 metros 100 x 100 metros	
Coordenadas UTM y altura de la esquina Suroeste (SW) o del punto de referencia[2]	X:	
	Y:	
	Z:	
	Zona:	
	Distancia (PR-0,0)	m
	Azimut: (PR-0,0)	°
Fecha de instalación	/ /	

Clima:	
Precipitación media anual (mm) de los 10 últimos años Temperatura promedio (° C) de los últimos 10 años Vientos dominantes	
Zona de vida (según Holdridge):	
Posición fisiográfica[3]	
Textura del suelo[4]	
Disturbios[5]	
Drenaje[6]	
Pendiente promedio de la parcela (%)	

[2] Se debe anotar la distancia y el azimut cuando las coordenadas no se tomarón en el punto de orígen (0,0).
[3] Posición geográfica: 1= Valle, 2 = ladera, 3 = cima, 4 = planicie
[4] Textura del suelo: 1 = arcillosa, 2 = franco arcillosa, 3 = franco, 4 = franco arenoso, 5 = arenoso
[5] Disturbios: incendios, inundaciones, huracanes, otros
[6] Drenaje: 1 = bien drenado, 2 = regular, 3 = mal drenado

Anexo 5 '- Archivo separado de EXCEL

Anexo 5

Parcelas Permanentes de Muestreo
Formulario 2 - Datos de las Parcelas y Arboles

Nombre del evaluador:..... **Nombre del matero: .....**

Concesión	Nº Resolución de la SIF	Nº de Parcela	Nº de medición a)	Fecha de instalación	Sotobosque b)

Nº sub_par	Nº Arbol	Cate-goria c)	Especie (Nombre común)	Coordenadas X	Coordenadas Y	dap (cm)	h_med dap	Calidad d) 1,2,3	Altura total (m)	Altura fuste (m)	Posición de copa e)	Forma de copa f)	Infes. de bejuco g)	Estado sanitario árbol h)	Estado sanitario fuste i)	Observaciones

a) 1. Instalación, **2**. Medición de control del año de instalación, **3**. Remedición del año 2, **4**. Remedición del año 4, **5**. Remedición del año 6, **6**. Remedición del año 8, **7**. Remedición del año 10.

b) 1. Ralo o ausente, **2**. Regular, **3**. Denso.

c) 1. Arbol encontrado vivo, **2**. Arbol reclutado, **3**. Arbol encontrado muerto, **4**. Arbol aprovechado, **5**. Arbol no encontrado.

d) 1. Buena, **2**. Regular, **3**. Mala.

e) 1. Completa luz vertical y lateral, **2**. Completa luz vertical, **3**. Cierta luz vertical, **4**. Cierta luz lateral, **5**. Sin luz directa.

f) 1. Perfecto, **2**. Bueno, **3**. Tolerable, **4**. Pobre, **5**. Muerto.

g) 1. Libre de bejucos, **2**. Bejucos en el fuste, **3**. Bejucos en el fuste y copa, **4** Bejucos en el fuste y copa afectando el crecimiento terminal.

h) AS árbol sano en pie, **AC** árbol caido, **AQ** árbol quemado, **AE** árbol estrangulado por lianas, **AI** árbol inclinado, **AF** árbol en período reproductivo.

i) FS fuste sano, **FP** fuste podrido, **FE** fuste con excrecencias, **FH** fuste con ataque de hongos, **FM** fuste con corteza muerta, **FI** fuste con ataque de insectos, **Fhu** fuste hueco.

Anexo 6

Interpolación

Para obtener la superficie total de parcelas permanentes para superficies productivas de bosque no indicadas hay que interpolar, aplicando un redondeo al próximo número entero más grande.

Para 70000 ha por ejemplo hay que tomar en cuenta los valores que corresponden a 50000 y 100000 ha, lo que significa que la superficie total de parcelas permanentes (Spp) es un valor entre 17 y 20 ha. El cálculo para este ejemplo se realiza de la siguiente forma:

Spp = 17 + (20 – 17) * (70000 – 50000) / (100000 – 50000) = 18.2

Redondeando este valor se obtiene 19 parcelas, que deben ser instaladas en los pprimeros 5 años, estableciendo un número constante de parcelas cada año (ver cuadro 1).

Cuadro 1. Ejemplo del establecimiento de parcelas permanentes en 70000 ha de bosque productivo

Año	Nº de parcelas de 1 ha	Nº de parcelas de 0.25 ha
1	4	16
2	4	16
3	4	16
4	4	16
5	3	12

Anexo 7

Parcelas Permanentes de Muestreo
Formulario 3: datos de latizales y brinzales

Nombre del evaluador:……. Nombre del matero:……

Concesión	# Registro de la SIF	# Parcela	# Medición a)	Fecha	Sotobosque

Nº Subparcela	Nº Individuo	Latizal Brinzal	Especie	Altura total	Posición de copa(*)

(*) solamente para latizales

Anexo 8

B O L F O R

Proyecto de Manejo Forestal Sostenible

Notas Técnicas

Por

Freddy Contreras

Es una publicación de
BOLFOR
Proyecto financiado por USAID y PL480

Dirección:
Cuarto Anillo, Av. 2 de Agosto
Casilla 6204
Santa Cruz, Bolivia
Fax: 591-3-480854
Tel: 591-3-480766-480767
Email:
bolfor@bibosi.scz.entelnet.bo

¿Cómo Determinar la Tasa de Crecimiento de los Arboles?

Cuando se prepara un documento de Plan General de Manejo Forestal, surge la pregunta: ¿cómo determinar el CICLO DE CORTA? (inciso II.7.3 de la norma 62/97), entendiendo como ciclo de corta al tiempo de espera entre dos aprovechamientos realizados en el mismo compartimiento o Area de Aprovechamiento Anual (AAA). La misma norma indica que debido a la falta de información proveniente de las Parcelas Permanentes de Medición (PPM) se puede emplear un ciclo de corta mínimo de 20 años, pero una vez que se tengan por lo menos dos mediciones o evaluaciones de PPM, se debe revisar el ciclo recomendado.

Como ya se destacó, para determinar la tasa de crecimiento de una especie o un grupo de especies se deben tener por lo menos dos mediciones. Una de las técnicas más utilizadas en los bosques no coetáneos es el **Tiempo de Paso**, que se define como el tiempo necesario para que un individuo o un árbol pase del límite inferior de una clase, al límite superior de la misma clase, o el tiempo necesario para pasar de una clase a las clases superiores, por ejemplo, cuántos años tardará un árbol que tiene 20 cm en alcanzar los 30 cm.

Antes de describir el método, definamos algunos términos que nos ayudarán a comprenderlo mejor:

- Crecimiento = es el cambio de dimensiones de un organismo en el tiempo
- Incremento = es la magnitud del crecimiento, matemáticamente puede definirse como la diferencia de mediciones de alguna variable dasométrica, por ejemplo el diámetro a la altura del pecho (dap), y puede expresarse como dap2-dap1, donde dap2 es la segunda evaluación del diámetro y dap1 la primera evaluación de la misma variable y del mismo individuo. Existen dos tipos de incrementos, a saber:

Incremento Corriente Anual (ICA): es el cambio de crecimiento en un cambio de tiempo y puede expresarse de la siguiente manera:

$$\frac{\text{incremento}}{\text{diferencia de tiempo}}$$

Incremento medio anual (IMA): es el crecimiento acumulado relacionado con la edad.

Antes de definir el método, supuestamente se tienen por lo menos dos evaluaciones de parcelas permanentes, es decir contamos con un dap1 y un dap2 del mismo árbol, a la misma altura del tronco y medidos en las mismas unidades, es decir en centímetros o metros. Los pasos son[1]:

1. En una hoja cuadriculada o en una hoja electrónica, crear varias columnas. En la primera colocar el valor del dap1 y en la segunda el valor del dap2.
2. Determinar el incremento, es decir la diferencia entre el dap2 y el dap1, y colocarlo en la tercera columna. Si se encuentran valores negativos o incrementos muy altos (por ej. ≥ 5 cm) desecharlos.
3. Luego determinar el ICA, dividiendo el incremento entre el tiempo que transcurrió entre la primera y segunda evaluaciones, es decir si la primera evaluación fue hecha en mayo 96, y la segunda en mayo 98, entonces la diferencia es de dos años. No siempre esta evaluación es realizada el mismo día o mes, en ese caso, si la primera medida se hizo en mayo 96 y la segunda en agosto 98, la diferencia será de 2,16 años puesto que desde la primera medición a la segunda pasaron 26 meses y como el año tiene 12 meses entonces tendremos los 2,16 años.

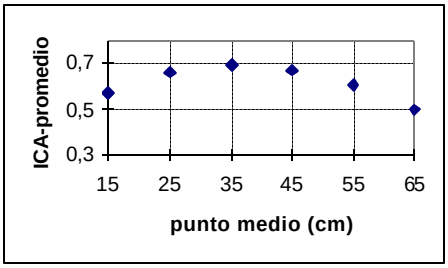
[1] *Adaptado de Del Valle (1979). Curva Preliminar de Crecimiento del Cativo (Priorio copaifera) en Bosque Virgen, empleando el Método de los Tiempos de Paso. Revista Facultad Nacional de Agronomía La Molina, Perú 32(2): 19-26*

4. Luego los valores pueden ser organizados de la siguiente manera:

Clases (cm)	Punto Medio	Frecuencia	ICA/Promedio

10-20	15	59	0.57
20-30	25	68	0.66
30-40	35	56	0.69
40-50	45	52	0.67
50-60	55	28	0.60
60-70	65	4	0.50

5. Con los valores del punto medio y el ICA-promedio, dibujar un eje de coordenadas, colocando los valores del punto medio en X y en el eje Y los valores del ICA, como podemos ver en la gráfica:



6. En la gráfica anterior se dibuja a mano alzada la curva que mejor ajusta la malla de puntos, es decir una curva donde la distancia de los puntos a la curva sea mínima, esta curva genera lo que llamamos ICA-ajustado. Con esta curva se pueden generar nuevos puntos o pueden ser los mismos, si consideramos que los mismos puntos mostrados en la gráfica anterior son los que mejor ajustan la curva, se generan nuevas columnas que son agregadas al anterior cuadro:

Clases (cm)	Punto medio	Frecuencia	ICA promedio	ICA ajustado	Tiempo de paso (años)	Edad al límite superior (años)
10-20	15	59	0.57	0.57	17.5	17.5
20-30	25	68	0.66	0.66	15.1	32.6
30-40	35	56	0.69	0.69	14.5	47.1
40-50	45	52	0.67	0.67	14.9	62.0
50-60	55	28	0.60	0.60	16.7	78.7
60-70	65	4	0.50	0.50	20.0	98.7

7. Con el ICA-ajustado (columna 5 del cuadro anterior) se determina el tiempo de paso (columna 6) que resulta de dividir el ancho de la clase (10 cm en este caso) entre el ICA-ajustado. Los resultados se interpretan de la siguiente manera: por ejemplo la 2da fila, indica que un árbol que tiene 20 cm necesita 15.1 años para alcanzar los 30 cm. La última columna es la suma acumulada de los tiempos de paso; sus valores indican el tiempo que necesita un árbol de 10 cm para alcanzar un diámetro mayor cualquiera, por ejemplo, si deseamos saber cuánto se debe esperar para que un árbol logre los 50 cm, nos remitimos a la fila 4ta y ésta nos indica que son 62 años.