

CAPÍTULO 7: INFORMACIÓN SOBRE BOSQUES e INVENTARIO FORESTAL
POR: ENRIQUE WABO

1 INFORMACIÓN SOBRE BOSQUES

1.1 INTRODUCCIÓN

Además de la información que se obtiene y analiza a nivel del árbol, es importante también la información sobre una colectividad definida de árboles, generalmente numerosa, distribuida sobre una extensión concreta de terreno. La parte del bosque situada por encima del suelo se denomina VUELO; cuando lo relacionamos con algún tratamiento silvícola lo denominamos RODAL. Nuestro objetivo es obtener información acerca de elementos del rodal.

La determinación de alguna magnitud correspondiente a un vuelo se puede hacer de dos formas básicas: a) observando todos los árboles involucrados, en cuyo caso hablamos de un relevamiento al 100%; y b) observando sólo una parte de los árboles involucrados, en cuyo caso hablamos de estimación por muestreo. Algunas magnitudes de todo el conjunto no existen a nivel de árbol individual, como la altura máxima o la densidad de árboles por unidad de superficie.

1.2 SELECCIÓN DE ÁRBOLES MUESTRA

Para obtener la información es necesario disponer de árboles sobre los cuales hacer las mediciones. Una de las herramientas disponibles para observar árboles son las parcelas.

Una parcela es una porción de terreno que contienen a los elementos que vamos a observar. Los motivos para recurrir al uso de parcelas son dos:

1. La necesidad de organizar espacialmente la recopilación de datos a campo; las parcelas son un recurso para "barrear" en forma ordenada el 100 % del área de interés.
2. La imposibilidad o inutilidad de observar toda el área de interés. Las parcelas son una fracción de un número mayor (la población) y los datos obtenidos a través de las parcelas constituyen una muestra. A estas parcelas las denominamos *parcelas de muestreo*.

1.3 PARCELAS DE MUESTREO

1.3.1 FORMAS GEOMÉTRICAS

Las parcelas pueden tomar cualquier forma geométrica, pero las más difundidas son las rectangulares y las circulares. Las primeras quedan definidas por dos magnitudes: su largo y su ancho; las segundas sólo por una magnitud: su radio.

Cuando las parcelas rectangulares son mucho más largas que anchas se suelen denominar fajas.

Se asume que un árbol está dentro o fuera de una parcela si su eje central está ubicado dentro o fuera de la parcela, respectivamente. Si el eje está ubicado exactamente sobre el perímetro de la parcela, se dice que es un *Árbol Límite*.

Cuando la magnitud a observar dentro de cada parcela debe relacionarse con su superficie (área basal o volumen, por ejemplo), el área de la parcela de muestreo estará referida al plano horizontal.

Las parcelas pueden ser de tamaño variable o de tamaño fijo. Decimos que una parcela es de tamaño variable cuando su tamaño depende de alguna magnitud de los árboles involucrados. El término "parcelas de tamaño variable" se reserva para determinados mecanismos especiales de muestreo.

Decimos que son de tamaño fijo cuando las parcelas instaladas tienen el mismo radio si son circulares o, por lo menos, el mismo ancho si son rectangulares; esto último se debe a que el largo puede variar, como ocurre con fajas instaladas en una masa con bordes irregulares.

Las parcelas no tienen existencia física real, ya que no hay en el terreno un elemento físico que indique sus límites y, por extensión, que indique si un árbol está o no dentro de la parcela. La instalación se hace en base al control de distancias a partir de un punto de referencia (parcela circular) o de una línea de referencia (parcela rectangular).

En ambos casos se define una distancia límite más allá de la cual se asume que un árbol está fuera de la parcela.

En el caso de parcelas rectangulares, el observador avanza por una línea imaginaria y controla si la distancia que hay entre esa línea y los árboles visibles es mayor o menor al "ancho" de la parcela.

Una alternativa al mecanismo clásico, usada en masas discretas, es la instalación de parcelas superpuestas de distintos tamaños. Árboles con diámetros más pequeños se miden en las parcelas más pequeñas, y árboles con diámetros más grandes se miden en las parcelas más grandes. Si las parcelas son circulares, hablamos de parcelas circulares concéntricas.

1.3.2 PERMANENCIA DE LAS PARCELAS

De acuerdo con el número de veces que se observarán los árboles contenidos en la parcela, éstas se denominan Temporarias o Permanentes:

- *Temporarias*: se instalan para registrar los datos de los árboles sólo una vez.
- *Permanentes*: se instalan para registrar los datos de los árboles más de una vez.

El término permanente hace referencia a que en ella se harán observaciones repetidas, no a que la parcela existirá eternamente.

Por otro lado, las mediciones repetidas sobre una misma parcela como parte de las tareas de control de campo no hacen que la parcela sea permanente.

1.3.3 SELECCIÓN DE LAS PARCELAS

Hay tres formas básicas de seleccionar las parcelas de muestreo: a) aleatoria, b) sistemática, y c) dirigida.

Aleatoria

Las parcelas se seleccionan mediante algún mecanismo aleatorio (por ejemplo: números aleatorios). El procedimiento satisface los postulados de la Estadística, pero no asegura una muestra representativa e implica, especialmente en áreas extensas, un gran esfuerzo operativo. Se utiliza especialmente cuando el objetivo es estimar un valor medio por hectárea, por árbol o por clase.

Sistemática

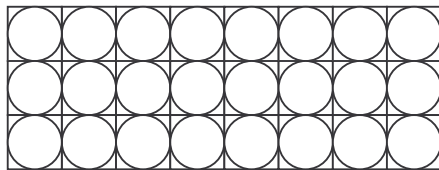
Las parcelas se disponen siguiendo una distribución sistemática; generalmente en grilla cuadrada o rectangular. No satisface plenamente los postulados de la Estadística; sin embargo es la más utilizada, ya que permite una muestra representativa, y permite una mayor precisión y un menor esfuerzo que el sistema aleatorio. La única precaución a tomar es asegurarse que la ubicación de las parcelas no coincida con algún componente periódico del terreno, como ocurriría, por ejemplo, si todas las parcelas se ubicaran en el fondo de los valles. Se utiliza especialmente cuando el objetivo es estimar un valor medio por hectárea, por árbol o por clase.

Dirigida

Se utiliza cuando el mecanismo de estudio es a través de modelos de predicción (superficies de respuesta) y debemos asegurarnos la participación de un rango de valores. Su uso es común con modelos de regresión.

1.3.4 PARCELAS DE MUESTREO CIRCULARES FLOTANTES

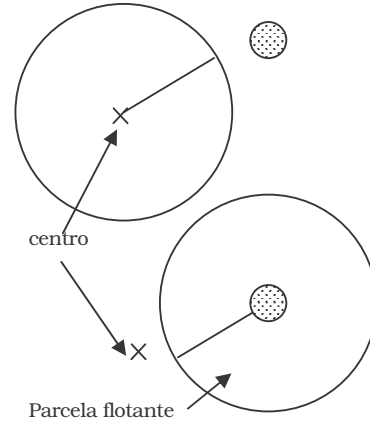
En un diseño de muestreo clásico mediante parcelas circulares de tamaño fijo, el área sujeta a muestreo se "divide" en una malla cuadrada con longitud de lado igual al diámetro de la parcela circular, de manera que cada cuadrícula contenga exactamente una parcela circular de radio R, como se indica en el siguiente esquema:



El mecanismo de muestreo consiste en seleccionar una muestra aleatoria de centros de parcelas, respetando el cuadrículado indicado. Cada centro de parcela seleccionado (punto) se identifica sobre el terreno; los árboles de interés situados dentro de la parcela se los considera árboles muestra y se los mide.

Sobre este esquema podemos hacer la siguiente variante. Una vez definido el radio R de las parcelas asumimos que alrededor de cada árbol de interés existe una parcela circular de radio R cuyo centro coincide con el centro del árbol.

Ahora, un árbol será seleccionado como árbol muestra si el punto que se estableció sobre el terreno está situado dentro del círculo asociado. Estas parcelas reciben el nombre de parcelas flotantes. En el siguiente esquema se muestra, primero, el sentido tradicional, y segundo, el esquema de parcela flotante.



Hay una importante diferencia entre ambos mecanismos de muestreo, que es la siguiente: en el esquema clásico la unidad de muestreo es la parcela, en el esquema con parcelas flotantes la unidad de muestreo es el punto y, por lo tanto, el cuadrículado original ya no existe.

1.4 DETERMINACIONES

Veremos la determinación de valores medios y totales de diámetro, área basal, altura y volumen; cualquier otro indicador cuyo valor medio o total se pretenda conocer seguirá al mismo esquema general que los indicados.

1.4.1 DIÁMETROS

Hay dos valores promedios disponibles, que son el Diámetro Promedio y el Diámetro Cuadrático Medio (o Diámetro Medio). El Diámetro Promedio es el promedio aritmético de los diámetros observados y que indicamos con d_m :

$$d_m = \frac{\sum d_i}{n}$$

El Diámetro Cuadrático Medio es el diámetro correspondiente al árbol de área basal media, que indicamos con d_g :

$$d_g = \sqrt{\frac{1}{n} \sum d_i^2}$$

Se demuestra que:

$$(d_g)^2 = (d_m)^2 + \text{Var}(d)$$

donde $\text{Var}(d)$ es la varianza de los diámetros, usando n como divisor. Supongamos los siguientes diámetros: 27, 12 y 39 cm; el diámetro promedio es 26 cm, y la varianza de los tres valores es 122; luego, se cumple que:

$$d_g^2 = (26)^2 + (122) = 676 + 122 = 798$$

por lo que el d_g es $\sqrt{798} = 28,2588$ centímetros.

1.4.2 AREA BASAL

1.4.2.1 Por observación al 100%

Se mide el dap de cada árbol de interés y se le determina la correspondiente área basal; la suma de todas las áreas basales individuales es el área basal total; si relacionamos

esta área basal con la superficie ocupada por los árboles, obtenemos el área basal media por hectárea o densidad de área basal en m²/hectárea.

Es una operación laboriosa y costosa, justificada en: a) rodales destinados a tala rasa con necesidad de una indicación precisa de la cantidad de futura madera; b) rodales de alto valor; c) rodales de estructura muy heterogénea; y d) rodales de tamaño tan pequeño que no justifican un muestreo.

1.4.2.2 Por muestreo

Se observa el área basal en los árboles que se encuentran en la muestra, se promedian; se pueden estimar el área basal media por árbol, o el área basal media por hectárea si se conoce el área total ocupada por la muestra.

Este procedimiento tiene menor costo que el anterior y los errores de medición son más manejables. Hay diferentes métodos de estimación, de los cuales mencionamos tres en particular: a) mediante parcelas de tamaño fijo, b) mediante recuento de árboles (Método de Bitterlich) y c) mediante algún método de distancias¹. El primero consiste en la instalación de parcelas de muestreo de tamaño fijo en cuyo interior se mide el dap de cada árbol de interés. El segundo se verá en forma separada; y a continuación, veremos más en detalle el método de las distancias.

Uno de los métodos de las distancias es el denominado Método del 6º Árbol, que se lleva a cabo de la siguiente manera: a) se define un punto en el terreno y se mide el dap de los 6 árboles más cercanos a ese punto, siendo el árbol 6 el más alejado; b) se mide la distancia entre ese punto y el borde del árbol seis; y c) se define al radio de la parcela como:

$$r_p = L_6 + \frac{d_6}{2}$$

siendo L_6 la distancia hasta el árbol 6, cuyo diámetro se indica con d_6 . El área basal (g) contenida en la parcela, es:

$$g = \frac{\pi}{4} (d_1^2 + d_2^2 + \dots + \frac{d_6^2}{2})$$

y la superficie de la parcela es:

$$s = \pi r_p^2 = \pi (L_6 + \frac{1}{2} d_6)^2$$

Si g y s se han medido en m², la densidad de área basal G (m²/ha) en el i -ésimo punto es igual a:

$$G(m^2/ha) = \frac{g(m^2)}{s(m^2)} \times 10.000 \text{ m}^2/ha$$

$$= \frac{2.500 \times (d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + d_4^2 + d_5^2 + (1/2) d_6^2)}{r_p^2}$$

La densidad de área basal media G_m será el promedio de los valores G_i observados en los n puntos de muestreo:

$$G_m = (1/n) \sum G_i$$

1.4.3 DETERMINACION DE ALTURAS

¹ Estos métodos aparecen a partir de 1960.

1.4.3.1 ALTURA MEDIA TOTAL, COMERCIAL, ETC.

Es el promedio aritmético de las alturas de un conjunto de árboles, sin contemplar otros elementos; puede estar referida a la altura total, la altura del fuste, la altura comercial, etc.

1.4.3.2 ALTURA MEDIA DE LOREY

Es una altura media ponderada por el área basal de cada árbol; toma la siguiente forma:

$$H_L = \frac{\sum h_i g_i}{\sum g_i}$$

1.4.3.3 ALTURA MEDIA DOMINANTE

Técnicamente, es el promedio aritmético de las alturas de los árboles: a) dominantes, o b) dominantes y codominantes; que conforman una masa. En la práctica, estas definiciones presentan un inconveniente, que es la dificultad para identificar desde el terreno a los árboles dominantes y codominantes.

Para evitar este problema se han propuesto y difundido otros dos métodos, de tipo indirecto, que consideran a la altura media dominante como: a) la altura media de los 100 árboles más altos/hectárea; y b) la altura media de los 100 árboles más gruesos/hectárea (**top height**). La relación de 100 árboles/ha es una referencia, la cantidad real de árboles a observar será proporcional al área de la parcela.

1.4.4 VOLUMEN

1.4.4.1 Sin relaciones preestablecidas

Midiendo diámetros a distintas alturas, con un dendrómetro o trepando al árbol, y determinando el volumen árbol por árbol mediante alguno de los métodos disponibles. El volumen de un conjunto de árboles surge por la adición de los volúmenes individuales.

1.4.4.2 Con relaciones preestablecidas

Mediante Tablas de Volumen

Existen diferentes alternativas:

- Se mide y registra el dap de cada árbol de la parcela, y luego se le asigna a cada uno un volumen según la tabla aplicada. El volumen total de la parcela surge por la adición de los volúmenes individuales.
- Igual al anterior pero utilizando clases de diámetro. Se mide el dap de cada árbol y se lo registra en la clase diamétrica correspondiente. Al término de las mediciones se sabe el total de árboles por clase. El volumen de cada árbol es, a su vez, el volumen de su clase proveniente de la tabla. El volumen total de la parcela se obtiene multiplicando el número de individuos de cada clase por ese volumen y sumando los volúmenes totales de todas las clases.
- Mediante el empleo de una curva hipsométrica a partir de una muestra de árboles, mediante la cual se le asigna a cada árbol la altura estimada; con el dap y la altura estimada, se le asigna a cada árbol el

volumen tabular. El volumen total surge por adición de los volúmenes individuales.

- Mediante medición del dap y estimación de altura, por clase de diámetro. Se construye una curva hipsométrica, se definen clases de diámetro y se clasifica a los árboles. A cada clase se le asigna una altura según su diámetro promedio. Con el diámetro y la altura se asigna a cada clase un mismo volumen por árbol, que multiplicado por el número de árboles da el volumen total de la clase.
- Si la tabla es de triple entrada, se deberá medir dap, la altura y el cociente de forma q , árbol por árbol. Se mide y registra de cada árbol el dap, la altura y q ; los árboles son clasificados en clases de q . A los árboles dentro de una misma clase se les asigna el volumen en función del dap y de la altura. Mediante la suma de los volúmenes individuales se obtiene el volumen para cada parcela. También puede hacerse mediante medición del dap, de q y estimación de la altura, árbol por árbol. Las alturas se asignan en base a una curva hipsométrica.

Mediante Coeficientes de Forma

Se puede recurrir al coeficiente de forma o coeficiente mórfico. Hay diferentes alternativas:

- Determinando un único coeficiente promedio para todos los árboles. A partir de una muestra se estima un coeficiente f promedio para todo el conjunto.
- Determinando un coeficiente promedio por clase de diámetro.
- Expresando el coeficiente en función del dap mediante un modelo de predicción.

Mediante el Factor de Forma - Altura

Una variante es mediante el factor de forma/altura. El producto $H \times F$ promedio se toma como un valor único, el coeficiente de altura-forma. El volumen total surge de multiplicar el área basal total G por ese factor.

Mediante el área basal/ha

Se puede determinar el volumen a partir del conocimiento del área basal por hectárea. Se mide y registra el dap de cada árbol del conjunto. Se determina al área basal por hectárea (G), la altura media de Lorey (H_L) y un coeficiente mórfico promedio (\bar{F}). El volumen por hectárea surge del producto de los tres componentes: $VOL = G \times \bar{H}_L \times \bar{F}$.

Mediante la razón volumen/área basal

Se basa en la razón volumen/área basal. Se determina el área basal total o por hectárea y a partir de una muestra aleatoria se establece la razón R entre el volumen y el área basal observados; finalmente se aplica la siguiente fórmula:

$$Vol = \left(\frac{\sum_1^n v_i}{\sum_1^n g_i} \right) \times \sum_1^N g_i = \hat{R} \times \sum_1^N g_i$$

Mediante Tablas de Rodal

Son tablas que indican el volumen esperado por hectárea en función de ciertas magnitudes del rodal; por ejemplo, a partir de la altura media y el área basal por hectárea.

Método del Árbol Tipo

Finalmente, mencionaremos un método actualmente en desuso: el método del árbol tipo.

Se mide el diámetro de los árboles, se los ubica en clases y se selecciona para cada clase un número reducido de árboles considerados prototipos de la clase, o árboles tipo. Los árboles tipo seleccionados son apeados y su volumen medido.

Se seleccionan varios árboles tipo por clase y su volumen medio por árbol se toma como volumen/árbol de la clase. Para determinar el volumen total de una clase es necesario conocer su número de individuos; el volumen total surge de sumar los volúmenes de todas las clases. Hay distintas variantes.

2 INVENTARIOS FORESTALES

2.1 GENERALIDADES

La actividad forestal requiere de información para la toma de decisiones inteligentes, lo que implica conocer el estado actual del bosque. El mecanismo para acceder a esa información es el del Inventario Forestal (IF), que es aplicable sobre cualquier tipo de bosque.

Un IF no es una operación simple, sino un conjunto de procedimientos, por lo que convergen hacia él técnicas distintas, como las técnicas de medición, de muestreo, de topografía y de teledetección.

En su sentido más amplio, un IF comprende un conjunto de procedimientos destinados a proveer información cuali y cuantitativa de un bosque, incluyendo algunas características del terreno.

Como puede verse, la información a obtener no es sólo cuantitativa ni está referida exclusivamente a los árboles. A continuación se indican algunas de las características de los IF:

- a) Los procedimientos deben atender objetivos definidos correctamente, lo que indica que los IF no llevan en forma implícita ni objetivos ni procedimientos.
- b) Los métodos de observación, registro y procesamiento de datos deben ser adecuados a los fines perseguidos y guardar un cierto equilibrio entre sí.
- c) El área involucrada en un IF debe tener límites perfectamente definidos y la información a lograr debe pertenecer exclusivamente a esa área;
- d) La información provista por un IF es estática, porque indica el estado de situación para la fecha en que los datos fueron obtenidos.

Los IF incluyen los dos componentes básicos del bosque, que son: a) los árboles; y b) el terreno, con todo lo que contenga que no sean árboles. La siguiente, es una lista no exhaustiva de componentes acerca de los cuales podemos tener interés en obtener información a través de un IF:

- a) Acerca del Terreno

Ubicación	Topografía	Límites
Regeneración	Accesos	Area total
Área boscosa	Caminos internos	Cursos de agua
Sotobosque	Animales	Sitios
Unidades de bosque		otros

b) Acerca de los Árboles

Diámetros	Distribuciones diamétricas
Alturas	Densidad
Volumen total	Volumen por destino
Crecimiento	Mortalidad
Sanidad	Área basal

La técnica del IF tuvo como propósito inicial la determinación del volumen de madera presente en un bosque. Pero luego, ante la creciente necesidad de información sobre otros aspectos del bosque, amplió sus límites de acción. Sin embargo, las determinaciones volumétricas siguieron siendo su objetivo principal, de allí que pocos ítems hayan recibido tanta atención como la estimación del volumen de madera.

2.2 CLASIFICACIÓN DE INVENTARIOS FORESTALES

No existe una clasificación específica para los inventarios forestales. Sin embargo, son posibles distintas clasificaciones en función de distintas variables de referencia, como, por ejemplo:

- a) Según el grado de cubrimiento:
 - inventario al 100 %
 - inventario por muestreo
- b) Según el objetivo:
 - evaluación del potencial de madera (comercial)
 - evaluación para un plan de aprovechamiento
 - evaluación para un plan de manejo
 - evaluación para un plan de ordenación
- c) Según el grado de detalle:
 - de reconocimiento
 - exploratorio
 - semidetallado
 - detallado
- d) Según la extensión del área:
 - a nivel de rodal
 - a nivel local
 - a nivel regional
 - a nivel nacional
 - a nivel mundial

Estas clasificaciones, orientativas, no son completamente independientes ya que existen relaciones entre ellas.

2.3 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

El éxito de un inventario forestal depende de múltiples factores, pero es condición necesaria la correcta definición de sus *objetivos*. Ello implica establecer en forma clara y precisa la información que se pretende obtener.

Si los objetivos son mal establecidos, la información final será de escasa a nula utilidad, aún cuando las tareas se hayan realizado en forma impecable. Por otra parte, el

usuario debe comprender perfectamente los alcances y límites de esa información.

Existen situaciones en las cuales la solución del problema requiere de la realización de una serie de inventarios forestales.

2.4 FUENTES DE INFORMACIÓN

La información contenida en un inventario forestal posee tres fuentes básicas, que son: a) los antecedentes, b) la teledetección, y c) el trabajo a campo.

Los antecedentes proveen de información acerca de lo que ya ocurrió; Por ejemplo, pueden proveer mapas, planos, ecuaciones de volumen, pueden informar sobre el comportamiento de algún diseño de inventario, de la variabilidad del carácter bajo estudio, etcétera.

La teledetección (sensores fotográficos y digitales) son fuente de información acerca de distintos aspectos de la superficie en estudio; permiten ubicar masas, determinar estratos, distancias y áreas, confeccionar mapas, etcétera.

El trabajo a campo representa la recolección de datos en el terreno mismo.

2.5 PLANIFICACION DE UN INVENTARIO FORESTAL

La planificación de un inventario forestal es el conjunto de tareas previas a su ejecución. Desde el punto de vista técnico, primero se proyecta el inventario forestal y luego se lo ejecuta. Las tareas más importante se describen a continuación.

a) Objetivos.

El primer paso es definir los objetivos. El cumplimiento de estos objetivos se encuentra condicionado por los plazos y los medios disponibles (económicos y de infraestructura). Los objetivos, plazos y medios deben guardar una relación entre si.

b) Antecedentes.

A los fines de saber con qué elementos contamos, es necesario revisar los antecedentes, que en general son pobres en nuestro medio. De esta revisión podemos decidir alternativas y métodos, iguales o diferentes a los empleados.

c) Descripción del área

Debemos conocer la ubicación geográfica, y en algunos casos cartográfica, del área a inventariar; su tamaño, posibilidades de acceso, tipo de terreno, facilidad de transporte, características generales del bosque, etc. Estos elementos se toman en cuenta en la programación de las tareas.

d) Información requerida en el reporte final

Antes de definir las tareas a realizar, es importante definir la información final requerida y sus formas de presentación. Por ejemplo, mapas, planos, cuadros, figuras, reportes, etc. Esto es una buena ayuda para la planificación.

e) Diseño del inventario

Comprende la definición de las tareas a realizar para obtener los datos básicos: estimación del área (por fotos, mapas, mediciones a campo), determinación de la cantidad de madera (unidades de volumen, ecuaciones de volumen, clasificación de la madera por calidad), tamaño y forma de

las unidades de muestreo, forma de selección de las unidades de muestreo, los estimadores a utilizar, el grado de precisión de las estimaciones, tiempos y costos.

f) Trabajo a campo

Comprende la organización de las tareas a campo: personal, logística (organización de cuadrillas, alimentos, agua, primeros auxilios), instrumental, formas de registrar los datos, etc.

g) Reporte final

Abarca las operaciones a realizar una vez finalizada la etapa de campo. Comprende la carga de datos, la forma de procesamiento de los datos, las estimaciones requeridas, los programas de computación a emplear, la forma de construcción de mapas, cómo se armará el informe final, cuántas copias se imprimirán, etc.

Como resultado de todas estas tareas llegamos al diseño definitivo del IF. Como puede verse, todas las tareas y su forma de ejecución deben estar previstas. Los imprevistos y las decisiones subjetivas deben estar reducidas al mínimo. Dada un área forestal, los resultados del IF suelen darse no sólo para toda el área sino también para fracciones de ella. Esto lleva a la necesidad de clasificar esas fracciones; para ello existen diferentes criterios:

- criterio vegetación/ambiente, que toma en cuenta factores ambientales como el clima, la altitud y los suelos.
- criterio por uso actual de la tierra, que permite separar a las tierras forestales de otros usos.
- criterios de manejo, que incluyen i) propiedad y tenencia, ii) unidades administrativas (municipio, departamento, etc.), iii) fisiografía y accesibilidad, iv) unidades de manejo.
- criterio estadístico (estratificación estadística).

2.6 MUESTREO EN INVENTARIOS FORESTALES

2.6.1 GENERALIDADES

Los métodos de muestreo y la estimación del volumen son componentes usuales en un inventario forestal, de allí nuestro especial énfasis en la determinación del volumen de madera por vía del muestreo. Las unidades de muestreo básicas posibles de ser utilizadas en un inventario forestal comprenden: los árboles, fracciones de terreno (parcelas), puntos y líneas.

El método de muestreo comprende: a) la forma de selección de las unidades de muestreo y b) el estimador estadístico a aplicar. Cada uno de estos dos aspectos admite diferentes alternativas y, por supuesto, la cantidad de combinaciones posibles es numerosa.

En su forma elemental, la estimación del volumen total surge de expandir a la población un promedio del volumen. Por ejemplo:

- Volumen Medio por Árbol \times N° de árboles
- Volumen Medio por Parcela \times N° de parcelas

- Volumen Medio por Hectárea \times N° de hectáreas
- Volumen Medio por unidad de X \times N° de unidades de X

Existen numerosos diseños de muestreo y estimadores para alcanzar la información buscada, algunos de los cuales ya se han visto: muestro aleatorio simple, muestreo estratificado, muestreo sistemático, muestreo bietápico, muestreo doble, estimación de razón y estimación de regresión.

2.6.2 FORMAS DE SELECCIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO

Hay dos formas básicas de selección de las parcelas que conformarán la muestra: a) forma aleatoria; y b) forma sistemática. El diseño aleatorio tiene la ventaja de que satisface los postulados de la Estadística; su desventaja es que, especialmente en grandes áreas, representa un gran esfuerzo a campo y no asegura una muestra representativa.

La ventaja del diseño sistemático es que implica un menor esfuerzo y permite muestras más representativas y más precisos. La desventaja es que no satisface los postulados de la Estadística. La forma de selección más común es en grilla cuadrada o rectangular y los cálculos se efectúan mediante las fórmulas correspondientes a un diseño aleatorio. El diseño sistemático es actualmente el más utilizado.

BIBLIOGRAFÍA

Manual de inventario forestal, con especial referencia a los bosques mixtos tropicales. FAO.

