

CONCEPTOS BASICOS DE DASOMETRIA

Luis A. Ugalde A. ✓

La publicación y distribución de este trabajo fue patrocinado por el Programa Suizo de Cooperación para el Desarrollo, DDA, por medio de INFORAT: Información y Documentación Forestal para América Tropical.

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA, CATIE
Programa de Recursos Naturales Renovables
Turrialba, Costa Rica, 1981

UNIVERSIDAD
7 NOV 1992

CONCEPTOS BASICOS DE DASOMETRIA

Luis A. Ugalde A.

1. INTRODUCCION

La Dasometría es la ciencia dentro del campo forestal que se relaciona con la medida y estimación de las dimensiones de árboles y bosques, de su crecimiento y de sus productos. También se le llama dendrometría o mensuración forestal (Forest Mensuration, en inglés).

Para fines de estudio se acostumbra a dividir la dasometría en dos partes:

Dendrometría, que consiste en la medición y estimación de las dimensiones de árboles y bosques desde un punto de análisis estático, y la Epidometría que es la medición y estimación del crecimiento y productos de árboles y bosques, es decir, desde un punto de análisis dinámico.

El objetivo principal de la dasometría no es únicamente la medición y estimación de variables antes mencionadas, ya que no sería importante saber las dimensiones de árboles y bosques por sí mismos, sino que la dasometría debe ser considerada como un medio o instrumento que nos permita obtener la información necesaria para el manejo del recurso en que estamos interesados.

1.1 Mediciones y Estimaciones

La medición directa es un procedimiento sencillo que solo requiere el conocimiento de ciertos instrumentos especiales que se usan para medir dimensiones accesibles. Sin embargo no siempre es posible medir ciertas dimensiones y en otros casos es más costoso medirlas que calcularlas, por lo que en base a dimensiones fáciles de medir se calculan aquellas que presentan cierto grado de dificultad en su medición.

Las estimaciones son un producto de cálculos y pueden implicar un muestreo; permiten determinar magnitudes sin medirlas directamente y aún hacer predicciones.

1.2 Nociones Matemáticas

Es necesario para la medición forestal tener conocimientos fundamentales de

álgebra y trigonometría. También es aplicable la topografía (agrimensura) y para la estimación de volúmenes de madera por unidad de superficie son necesarios los conocimientos de Biometría para aplicar muestreo.

Para la presente exposición y debido a la limitación de tiempo se han seleccionado las variables dasométricas más importantes que serán utilizadas en la práctica de campo que se hará en el presente curso.

2. DIAMETROS Y CIRCUNFERENCIAS

2.1 Generalidades

El diámetro o la circunferencia son medidas básicas en cualquier árbol. Sirven de base para mediciones y estimaciones de área basal, volumen, crecimiento, clasificación, etc.

2.2 Diámetro de Fustes y Trozas

La medida más típica del diámetro de un árbol es el "diámetro a la altura del pecho", que se representa abreviando con las letras DAP, dap; d.a.p., (en inglés d.b.h.). Con esta medida se trata de conocer el diámetro que tiene el fuste del árbol a la altura de 1,30 m. sobre el nivel del suelo.** Cuando el árbol está sobre terreno inclinado, la altura del pecho se puede tomar a partir del nivel alto del suelo. Fig. 1

Cuando por conveniencia no se mide el diámetro, sino la circunferencia a la altura del pecho, la representación se hace por CAP, cap, c.a.p. (en inglés g.b.h.).

Para efectos prácticos y mediciones que no requieren precisión el DAP puede considerarse equivalente al CAP y los valores pueden transformarse del uno al otro por medio de la fórmula:

$$DAP = \frac{CAP}{\pi}$$

En ocasiones es necesario medir el DAP sin corteza, en cuyo caso se mide

** En algunos textos en inglés se menciona a veces cuatro pies 1/2 que corresponde a 1 m. 37.

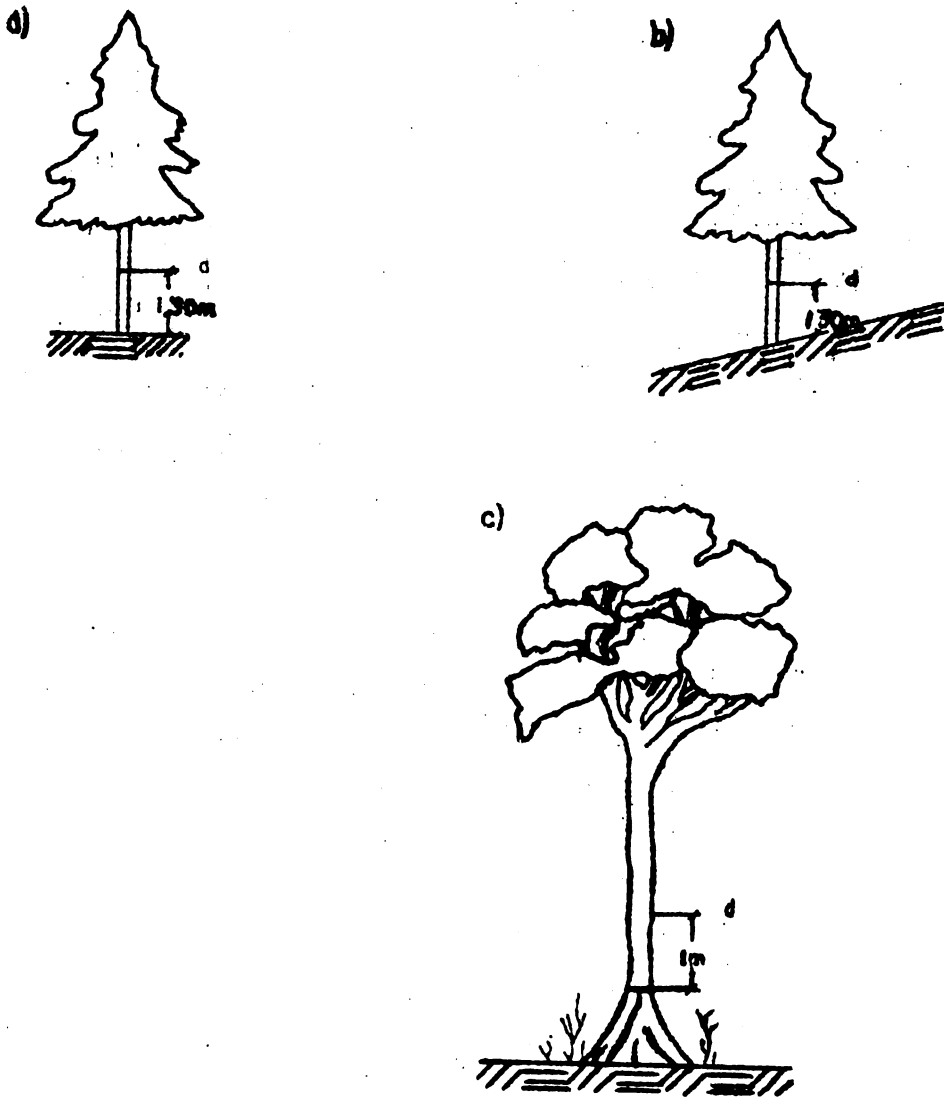


Figura 1 - a).-Diámetro normal, b).-Diámetro normal en terreno inclinado y-
c).-Diámetro normalizado.

el grosor de ésta, para hacer la deducción correspondiente.

Cuando la sección en el DAP no es circular, se toman 2 o más diámetros a la altura, de la parte más ancha y la más estrecha, para sacar un promedio que estime al DAP.

No solamente se mide el DAP, sino que muchas veces es necesario medir los diámetros a distintas alturas ya sea en árboles en pie ó volteados. También se miden diámetros de trozas que han sido cortadas para los aserraderos, en las cuales se puede incluir o eliminar la corteza.

2.3. Diámetro de Copas

Para ciertos estudios, es necesario medir el diámetro de las copas de los árboles. Para esto se mide el diámetro de la proyección de la copa sobre el suelo. Pocas veces tal proyección es circular, por lo que se debe medir el diámetro por lo menos en dos direcciones perpendiculares. Con el auge de las fotografías aéreas verticales, resulta más fácil y cómodo medir las copas directamente en las fotografías.

2.4. Instrumentos para medir Diámetros de Arboles

Existen numerosos instrumentos para medir directamente el diámetro o la circunferencia, los más conocidos son los siguientes:

a) La cinta. Puede utilizarse cualquier cinta graduada en m, cm, o mm, con ésta se miden circunferencias.

También existe la cinta diámetrica que en una cara lleva escala para longitudes y en otra el equivalente a diámetros graduados a base de la relación: $\text{diámetro} = \text{circunferencia} \cdot \frac{1}{\pi}$. Con esta cinta se mide directamente el diámetro.

b) La forcípula. Este instrumento de metal o de madera consta de una regla graduada (A) y dos brazos perpendiculares a ésta, el uno fijo (C) y el otro móvil (B) que se desplaza a lo largo de la regla (A). Fig. 2

Con la forcípula se lee directamente el diámetro, solamente hay que tener cuidado con la posición de los brazos al momento de hacer la lectura, para evitar errores debido a la inclinación del instrumento o a la irregularidad del

fuste. Son preferibles las forcípulas de metal. Fig. 2

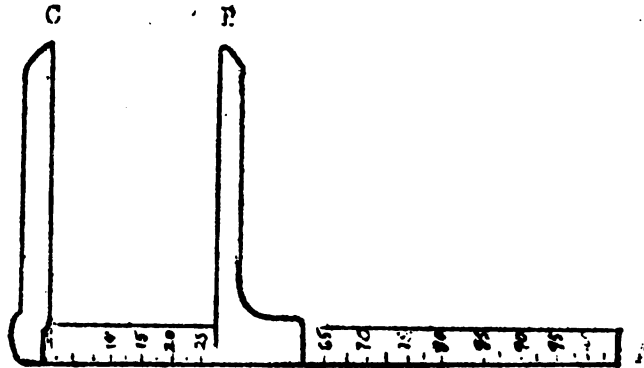


Fig. 2 La forcípula

Otros instrumentos utilizados para la medición de diámetros son: La regla de Biltmore. Es una regla de madera o de metal liviano que permite leer los diámetros directamente, manteniendo con el brazo cierta distancia del ojo del árbol. La graduación de los diámetros se hace a base de la semejanza de los triángulos. El microdendrómetro, es un instrumento diseñado para medir crecimiento del diámetro del árbol o las variaciones del diámetro en períodos cortos como: semanas, meses, etc. Se le denomina microdendrógrafo cuando esta diseñado para el crecimiento se marca automáticamente sobre un papel. El relascopio de Biterlich es un instrumento de uso múltiple con el que se puede medir alturas y diámetros utilizando la escala respectiva.

2.5 Posibles Errores en la Medición de diámetros

Al medir los diámetros se cometen varios tipos de errores que deben reducirse al mínimo cuando se les conoce y se manejan bien los aparatos, estos errores se pueden clasificar en:

- a) Errores sistemáticos : se producen por defecto de los aparatos o por prejuicio del lector. Se repiten con cierta frecuencia siempre en el mismo sentido. ✓
- b) Errores compensantes : son errores independientes del instrumento y del operador. Se producen al redondear ó al aproximar valores.

- c) Errores de estimación : Existen cuando no se mide directamente el diámetro buscado; se presenta siempre donde hay variaciones y es la base para el cálculo estadístico.
- d) Errores accidentales : Puede ser un error en la decimal de anotaciones, de lectura, etc. Estos saltan a la vista.

3. ALTURAS

3.1. Generalidades

La altura es una variable necesaria para estimar el volumen, crecimiento, para la clasificación de sitios, etc.

En las alturas, según la parte del árbol que se desea medir, se distinguen:

- Altura total : La que va del suelo hasta el ápice de la copa.
- Altura del fuste : La que va del suelo hasta la base de la copa.
- Altura de la copa : La diferencia entre las dos anteriores.
- Altura comercial : La parte del fuste que puede utilizarse o aprovecharse para la venta. Está limitada por el diámetro en la parte superior, o por los defectos (nudos torceduras, etc.). Depende de los requisitos comerciales de la región.

Cuando se mide la altura, no se puede alcanzar mucha precisión, por eso según los fines varía más o menos desde 1 m hasta los 10 cm de aproximación. Se puede alcanzar más precisión, pero ello requiere tiempo e instrumentos más complicados.

3.2. Métodos para medir los Árboles en pie

Se pueden clasificar los métodos para medir la altura en:

- a) Métodos basados en principios geométricos, que buscan la semejanza de los lados y triángulos y a base de sus relaciones calculan altura.
- b) Métodos basados en principios trigonométricos que requieren que se conozca un lado y un ángulo de un triángulo rectángulo.
- c) Métodos utilizados en fotografía aéreas que se basan en el desplazamiento, en la sombra, o en la visión estereoscópica.

3.3. Instrumentos más conocidos, basados en principios geométricos

Entre los más conocidos están:

- a) "Hipsómetro de Merrit". Consta de una regla graduada para hacer lecturas desde una distancia fija; también en el momento de usarlo la mano que sostiene el instrumento en posición bien vertical, debe estar a una distancia fija desde el ojo. Con este instrumento se mide con rapidez cualquier altura del árbol, puede graduarse para leer la altura expresada en trozas de igual longitud. A veces en la misma regla, en otra cara, se hacen las graduaciones de la regla de Biltmore para medir diámetros. Fig. 3.

$$\frac{CB}{AB} = \frac{ED}{AD}$$

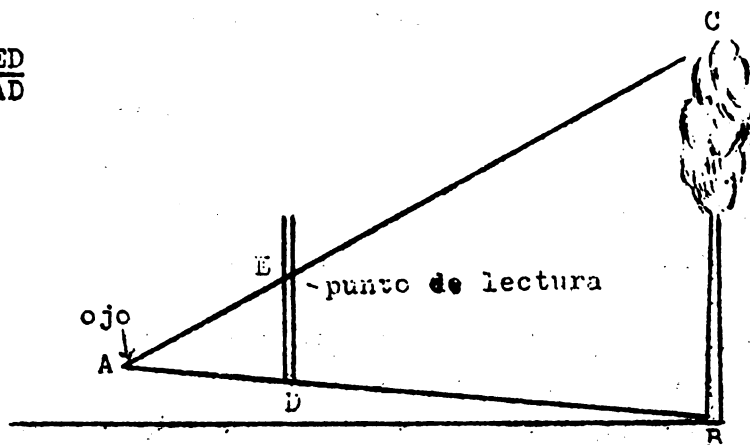


Fig. 3 Determinación de la altura total con el Hipsómetro de Merrit

La fórmula que sirve para graduar la regla es: $ED = \frac{AD \cdot CB}{AB}$

AD = largo del brazo

CB = altura del árbol

AB = distancia al árbol debe ser reconocida. Generalmente múltiplos de 10 m.
Para árboles estimados entre 15 a 30 metros suele usarse 20 metros.
Cuando aumenta la altura, aumenta la distancia.

Otros instrumentos utilizados en la medición de alturas son:

El hipsómetro de Christen. Este instrumento es una regla pequeña, fácil de llevar al campo. Al usarlo se requiere la ayuda de una vara adicional de largo conocido que se coloca junto al árbol. La graduación del hipsómetro se hace en función del largo de la vara.

La regla o vara. Sirve para estimar la altura cuando no se dispone de otra cosa. Se basa en triángulos con dos lados semejantes.

Instrumentos Basados en Principios Trigonométricos

Cuando se mide con estos instrumentos se requiere hacer dos lecturas una mirando a la base y otra la ápice del árbol desde una distancia horizontal.

El hipsómetro de Abney. Se denomina también nivel de Abney o clinómetro de Abney. Este instrumento lleva acoplado un nivel de trabajo que permite medir los ángulos verticales. Las escalas que utiliza son de grados y pendientes. Fig. 7

El hipsómetro de Haga. Conocido también como altímetro de Haga. Este instrumento en vez de nivel, utiliza un péndulo que se estabiliza por gravedad. Posee escalas graduadas para diferentes distancias a base de: $H = d \times \text{tag}$. Según la distancia desde la cual se mide, se debe utilizar la escala para esa distancia. Tiene además un adiestramiento óptico (telémetro) para medir la distancia con ayuda de una mira que se coloca junto al árbol. Fig. 4

El hipsómetro de Blume Leiss. Es básicamente igual al Haga. La diferencia está en que el Haga tiene las escalas fijadas en las caras de un prisma recto que se hace girar, mientras que el Blume Leiss tiene las escalas fijadas una debajo de otra en una sola cara. Fig. 5

Clinómetro Sunto. Este aparato está diseñado casi exclusivamente para medir altura de árboles. En él se ha sustituido el nivel de burbuja por un péndulo fijo a 90° de la línea índice de la horizontal. Consiste en una caja metálica que tiene en su interior un disco móvil suspendido por un eje central. La caja tiene un orificio por el que se puede observar la periferia del disco. Fig. 6

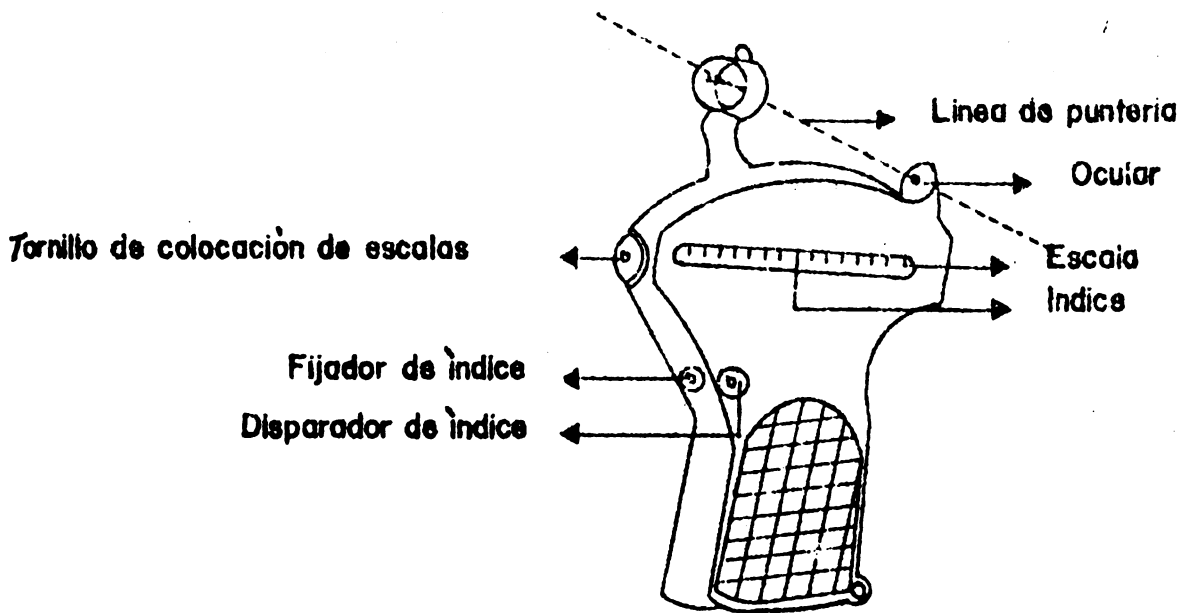


Figura 4 .- Pistola Haga.

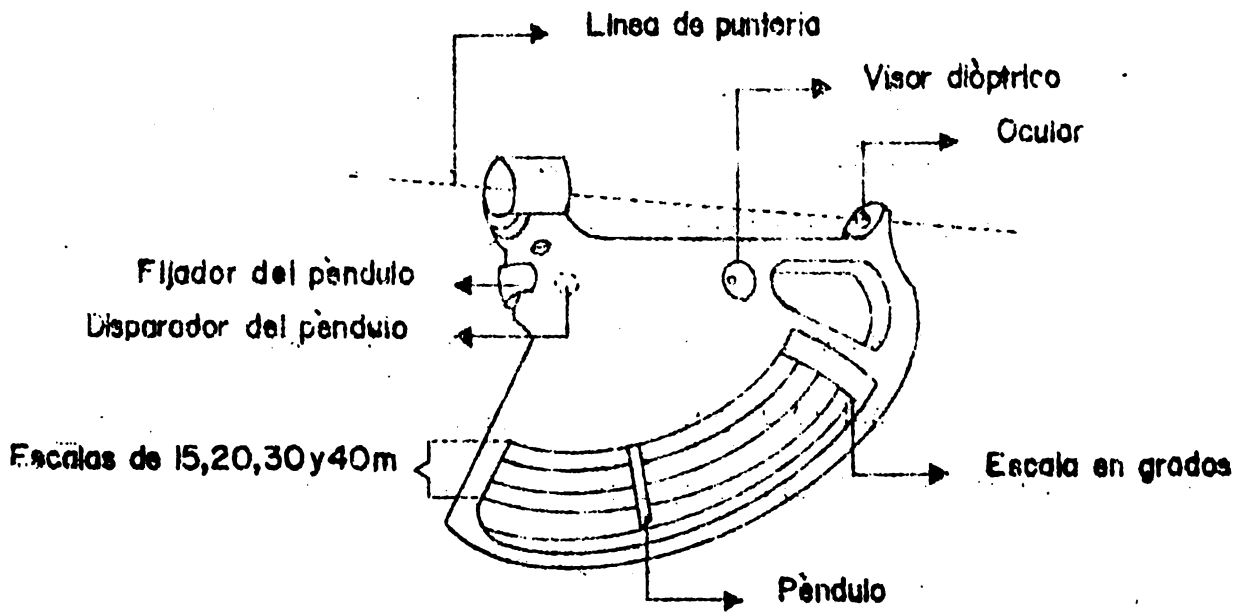


Figura 5 .- Hipsòmetro Blume-Leiss

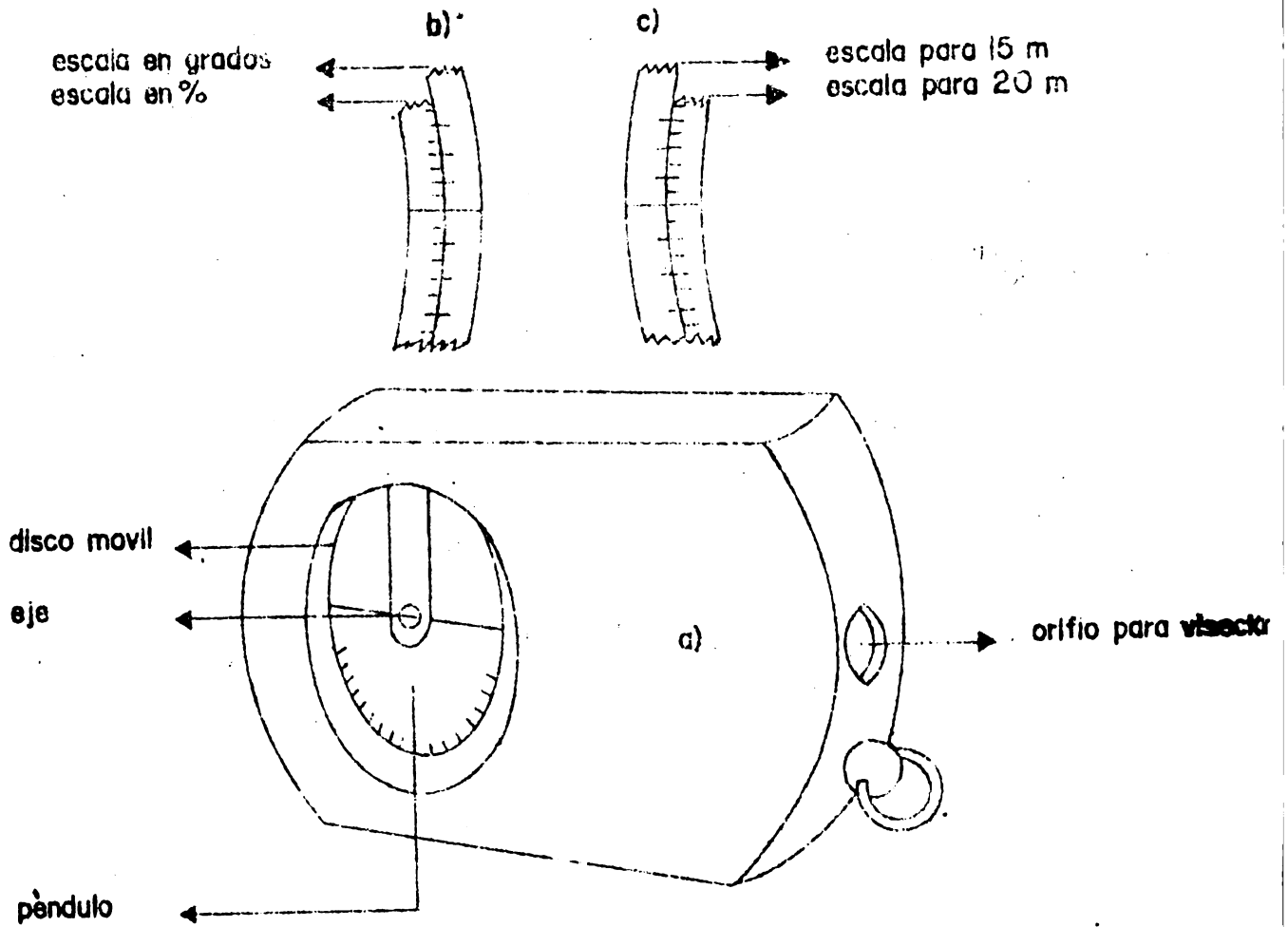


Figura 6 - a).- Clinometro Sunto.
b).- Escala de la periferia del disco móvil en grados y por ciento.
c).- Escalas en metros para lecturas directas.

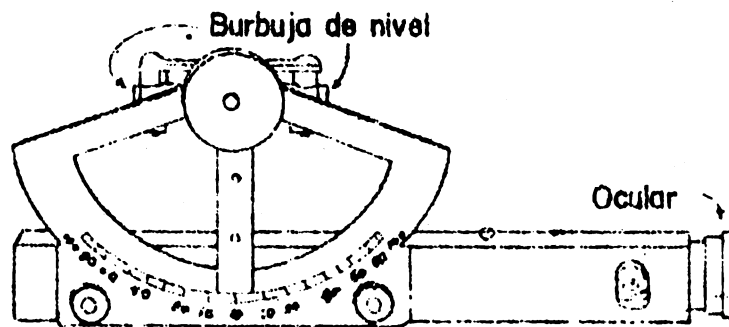


Figura 7 .- Nivel de Abney.

La periferia del disco está graduada en grados en la escala izquierda y en por ciento en la escala derecha. El disco tiene un péndulo en los 90°.

Para usar este aparato debe colocarse junto al ojo y con el otro ojo visar la punta y la base del árbol. El orificio de la caja tiene una línea horizontal que es el índice con el cual se debe tomar la lectura. Al igual que el nivel Abney las lecturas se toman en grados o porcentajes.

3.4 Algunos errores en la medición de alturas

Cuando se mide un árbol en pie se supone que está perpendicular, pero no siempre es así por tal razón se puede sub o sobre estimar la altura real cuando se hace la medición.

Otra causa de lecturas erróneas es la falta de visibilidad del ápice del árbol, especialmente en árboles con copas anchas como los que crecen en el trópico.

Otros errores provienen de los instrumentos que se emplean en la medición, la distancia del observador y altura del árbol, inclinación del terreno y, especialmente del entrenamiento del observador. Estos errores pueden clasificarse como en el caso de los diámetros.

4. AREAS

4.1 Generalidades

La medida de áreas tiene importancia en dasometría para calcular volúmenes y algunos tipos de productos forestales.

Se descarta aquí la medición de áreas de terrenos por considerarlo como material de topografía. No se da una descripción detallada de los instrumentos para medir áreas por estimarlos muy conocidos.

4.2 El area basal

Se entiende por área basal, el área de cualquier sección transversal del fuste del árbol. La que más se usa en dasometría es el área calculada a base

del DAP o sea el área que tiene el fuste en la sección transversal a 1.30 m del suelo. Se supone que esta área se aproxima al área del círculo, por eso se la calcula en función del DAP o del CAP.

$$AB = \frac{\pi D^2}{4} = 0.7854 D^2$$

$$AB = \frac{C^2}{4 \pi} = 0.0796 C^2$$

AB = área basal

D = DAP

C = CAP

$\pi = 3.1416$

El área basal por hectárea, es una medida de la densidad de un rodal y se expresa en m²/ha. El área basal promedio se calcula sumando las áreas basales de los árboles que están dentro de la hectárea y dividiendo esta suma por el número de árboles.

5. LA FORMA

5.1 Generalidades

La forma del árbol sirve principalmente para el cálculo de su volumen geométrico. La forma se debe a la disminución del diámetro con el aumento de altura, y para valorarla se busca la relación del volumen del árbol con el volumen de algún sólido geométrico, o la relación que existen entre dos diámetros del mismo fuste, por eso se distinguen:

$$\text{El factor volumétrico de forma} = \frac{\text{Volumen del árbol}}{\text{Volumen de sólido geométrico}} = f$$

$$\text{El factor diamétrico de forma} = \frac{\text{Diámetro arbitrario}}{\text{DAP}} = CF$$

Estos factores sirven de base para estimar el volumen de los fustes o de árboles y por ello deben conocerse para utilizarlos apropiadamente.

5.2 El factor volumétrico de forma (f)

A este factor se le conoce con distintos nombres: coeficiente mórfo (CM),

factor de forma (FF), form factor, factor mórfico, etc.

El f es una relación de volúmenes, (ver fig.8), requiere conocerse el volumen del fuste o de todo el árbol, por esto es posible encontrar un f diferente para cubicar las ramas, el fuste ó todo el árbol. Se sabe que:

$$\text{Volumen del árbol} = \text{AB. L. f} \quad \text{AB} = \text{área basal}$$

$$\text{de donde} \quad f = \frac{\text{Volumen del árbol}}{\text{AB. L}}$$

Esto conduce a cierto cálculo vicioso, ya que para determinar el volumen del árbol debe conocerse el factor f y para conocer el f debe conocerse el volumen del árbol. Generalmente se elaboran las tablas de f para un rodal o para una especie, a base de muestras de árboles.

El denominador AB. L, da el volumen de un cilindro (el área basal x longitud); según donde se toma el área basal y según la longitud que se tome para la cubicación, el f recibe diferentes nombre:

f absoluto: con AB al nivel del suelo, L = altura total

f a la altura del pecho: con AB a 1.30 m. del suelo. L = altura total.

Este factor es el más conocido y utilizado.

f normal: AB a una altura arbitraria (por ejemplo: un 5% o 10% de la altura del árbol).

f comercial: AB a 1.30 m y L = altura comercial, es muy usado.

f del tronco: se calcula con la fórmula $\frac{V}{V'}$ en la que V' = volumen del cono truncado con AB en la base y AB' el AB de la última troza.

5.3 El factor diamétrico de forma (CF)

Se le llama también coeficiente de forma. Es una relación de diámetros generalmente en el denominador se pone el DAP y en el numerador un diámetro menor (D_1) tomando a una altura prefijada, sobre el DAP.

$$CF = \frac{D_1}{DAP}$$

CF normal o de Schiffel: Cuando D_1 se toma en la mitad de la altura total del árbol. Es el más común.

$$\text{CF normal} = \frac{D_1 \text{ a } L/2}{\text{DAP}}$$

Relación entre los factores volumétrico y diamétrico de forma

Sabiendo que:

$$f = \frac{\text{volumen del árbol}}{\text{volumen cilíndrico}} \quad \text{Volumétrico}$$

$$\text{y } CF = \frac{D_1}{\text{DAP}} \quad \text{Diamétrico}$$

$$\text{como volumen árbol} = \frac{\pi D_1^2}{4} \cdot L$$

$$\text{y volumen cilindro} = \frac{\pi \text{DAP}^2}{4} \cdot L$$

$$f = \frac{\frac{\pi D_1^2}{4}}{\frac{\pi \text{DAP}^2}{4}} = \frac{D_1^2}{\text{DAP}^2} = \left(\frac{D_1}{\text{DAP}} \right)^2$$

$$\text{Entonces } f = \left(\frac{D_1}{\text{DAP}} \right)^2$$

$$CF = f = \frac{D_1}{\text{DAP}}$$

$$f = CF^2$$

En otras palabras, el factor volumétrico es igual al cuadrado del factor diamétrico de forma.

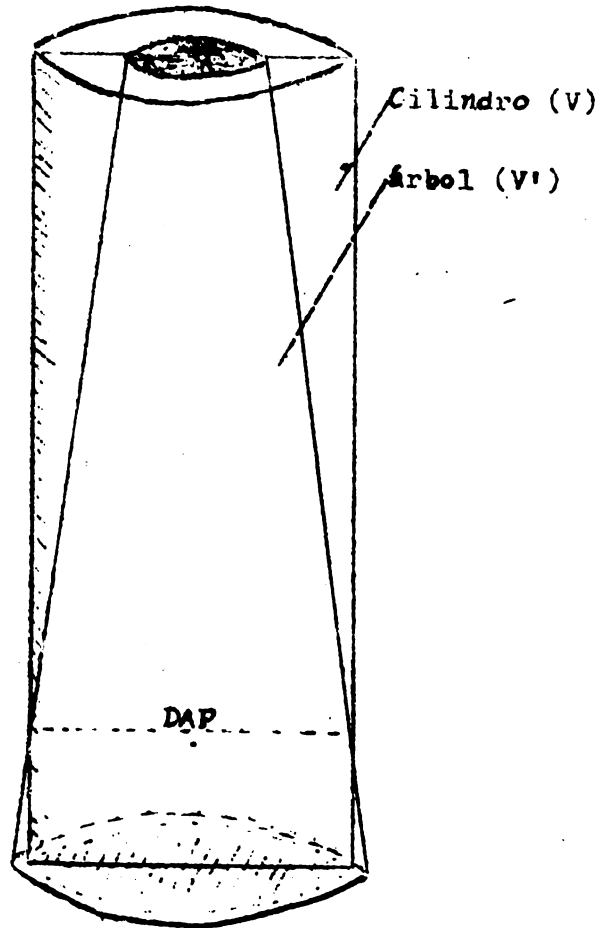


Figura 8. Dibujo que muestra el fundamento del factor volumétrico de forma $f = \frac{V'}{V}$

6. MEDICION DEL VOLUMEN

Para conocer el volumen de un árbol o de sus partes con bastante exactitud se pueden seguir distintos métodos:

- a) el desplazamiento de agua (principio de Arquímedes)
- b) el peso (relación entre volumen y peso)
- c) la cubicación (medida de dimensiones geométricas)

Los métodos a) y b) se usan con muchas limitaciones, aunque son más precisos que el c). El método c) es el que más usa el técnico forestal.

6.1 La Cubicación de Trozas

Las trozas se conocen también con los nombres de rollizos, tucas, rolas, etc. Una troza de un árbol puede parecer entre otras a los sólidos geométricos ya citados.

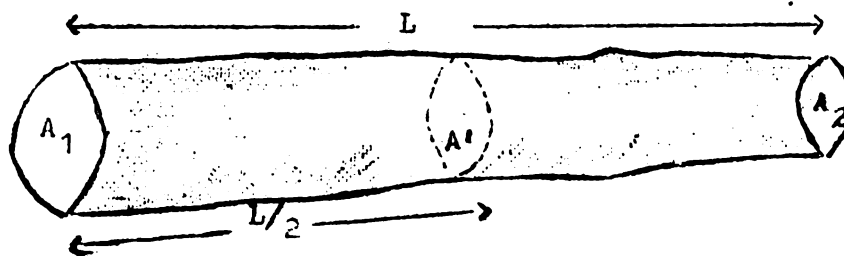


Fig. 9 Dimensiones de una troza para su cubicación

En la troza, como la del dibujo, se pueden medir las áreas A_1 , A' y A_2 (en función de sus diámetros) y el largo L , y para su cubicación se conocen varias fórmulas según la forma de los sólidos con las que guarde semejanza.

Las tres fórmulas más conocidas y utilizadas son la de Smalian, la de Huber y la de Newton.

Fórmula de Smalian:

$$V = L \frac{A_1 + A_2}{2}$$

V = volumen de la troza

L = largo de la troza

A_1 = área en un extremo

A_2 = área en el otro extremo.

Esta fórmula es muy práctica y bastante exacta cuando se trata de figurar, como la del paraboloido truncado y el cilindro.

Fórmula de Huber:

$$V = L \cdot A'$$

$A' =$ área en la mitad del largo
de la traza.

Esta fórmula dá una buena cubicación para el cilindro y el paraboloido truncado.

Fórmula de Newton:

$$V = L \frac{A_1 + 4A' + A_2}{6}$$

Esta es la fórmula del neiloide truncado.

Sobre estas fórmulas se puede decir que dan un resultado muy aproximado del volumen real de la troza. Son fáciles de calcular y requieren pocas mediciones. De éstas, la de Huber es la más sencilla y rápida. Los errores serán más grandes cuando haya más diferencia entre la forma geométrica de la troza y la fórmula aplicada, lo que sucede, generalmente, al aumentar el largo de la troza.

La cubicación de fustes o troncos VF

6.2 Cubicación de árboles Volteados

El camino más simple consiste en dividir el fuste en secciones semejantes a trozas para luego cubicar cada sección con las fórmulas conocidas.

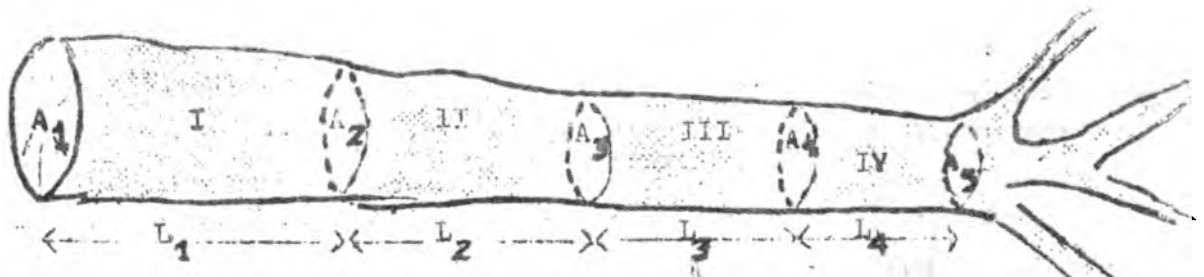


Fig. 10 División de un árbol en secciones de igual longitud para cubicar el fuste.

6.3 Medición de Corteza

Para llegar a conocer el diámetro sin corteza, que permite calcular el área

sin corteza de una sección, para posteriormente calcular el volumen de madera sin la corteza, es necesario medir el grosor de la corteza.

En secciones cortadas, tal medición no presenta dificultad, sin embargo; en secciones no cortadas, la medición no es tan sencilla. Para estos casos se utiliza el Medidor de Corteza que consiste en una varilla metálica con la punta filosa y truncada que tiene una acanaladura en el vástago. Sobre el vástago está inscrita una escala y sobre él se desliza un índice que permite hacer la lectura en la escala (figura 11).

La punta de la varilla es truncada en un lado para permitir que penetre en la corteza pero no en la madera y es así como se realiza la medición.

Al hacer la medición de corteza en secciones no cortadas, debe tenerse en cuenta que la medida de la corteza es radial por lo que el diámetro sin la corteza es igual al diámetro con la corteza menos dos veces el grosor de la corteza.

$$dsc = dcc - 2 gc$$

donde dcc = diámetro con corteza

dsc = diámetro sin corteza

gc = grosor de la corteza

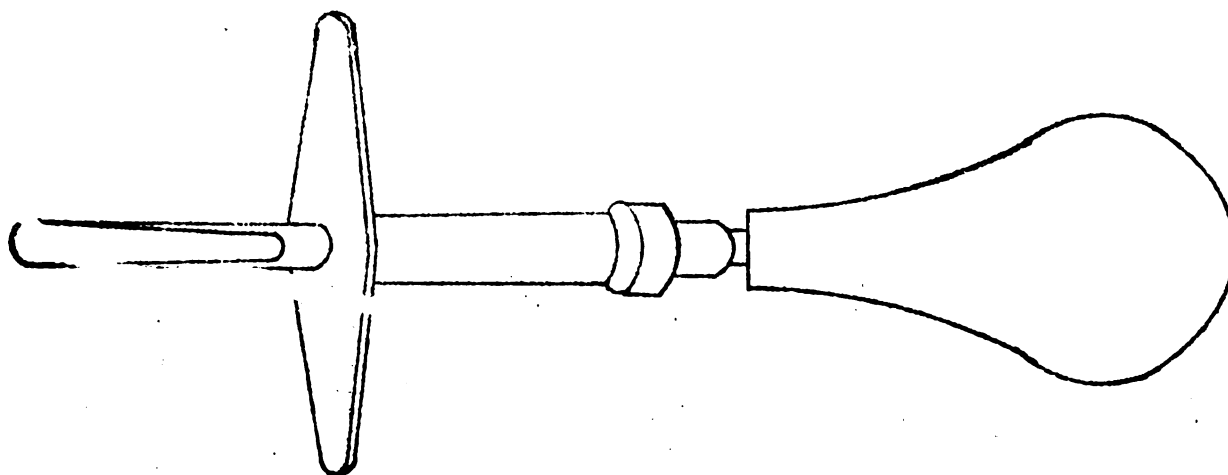


Figura 11. Medidor de corteza

7. LA EDAD

7.1 Generalidades:

La edad de un árbol es una variable necesaria para evaluar el crecimiento, la productividad de un sitio, para la ordenación, para determinadas prácticas silvícolas.

El método más conocido para determinar la edad de los árboles consiste en contar el número de anillos anuales de crecimiento en la base del tronco. Esto sólo es posible en los árboles que tienen tales anillos pero en estos casos se encuentran algunas dificultades debidas a la existencia de falsos anillos, poca demarcación para distinguirlos, discontinuidad, etc. En algunas especies tropicales como laurel (Cordia alliodora) y cedro (Cedrela mexicana) es posible tener en algunos casos una buena aproximación de la edad por medio del conteo de anillos pero no siempre resulta fácil.

TABLAS DE VOLUMEN

Las tablas de volumen constituyen un elemento esencial en trabajos de evaluación forestal. Son construidas para especies individuales o para grupos de especies. Unas sirven para estimar el volumen de los árboles en función del diámetro, a las que se les ha denominado tablas "de una entrada". Otras estiman el volumen en función del diámetro y altura, conocidas como tablas de volumen "de doble entrada". Un tercer tipo son las "tablas formales", las cuales estiman el volumen en función del diámetro, altura y clase de forma.

Las tablas de una entrada tienen menor precisión por asumirse que árboles con el mismo diámetro a la altura del pecho (DAP), poseen una misma altura media e igual forma. Sin embargo, esto dependerá de la variación de los árboles en el área especificada. La selección del tipo de tabla de volumen a usar dependerá de la precisión que se desea tener.

Un ejemplo sobre la elaboración y utilización de tablas de volumen de doble entrada se presenta en el documento que se repartirá en el Curso.

Adaptado de: LOJAN, I. L. Apuntes del curso de dasometría, primera parte (Mediciones en árboles individuales) IICA, Turrialba, Costa Rica, 1966. pp 1-50.

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA, DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA, INVESTIGACION Y SERVICIO EN BOSQUES. Apuntes de dendrometría, Chapingo, México. 1977. pp 1-66.

Apéndice 1. Tablas de espaciamentos y densidades

(Reproducida del Commonwealth Forestry Handbook, con permiso de la Commonwealth Forestry Association).

NUMERO DE PLANTAS POR HECTAREA CON DISTINTOS ESPACIAMIENTOS (METROS)

Metros	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	7	8	9	10
1.5	4444												
2	3333	2500											
2.5	2667	2000	1600										
3	2222	1667	1333	1111									
3.5	1905	1429	1143	952	816								
4	1667	1250	1000	833	714	625							
4.5	1481	1111	889	741	635	556	494						
5	1333	1000	800	667	571	500	444	400					
6	1111	833	667	556	476	417	370	333	278				
7	952	714	571	476	408	357	317	286	238	204			
8	833	625	500	417	357	313	278	250	208	179	156		
9	741	556	444	370	317	278	247	222	185	159	139	129	
10	667	500	400	333	286	250	222	200	167	143	125	111	100

ESPACIAMIENTO: CUADRADO Y TRIANGULAR

PLANTS PER UNIT AREA					
UNITS OF SPACING		SQUARE SPACING		TRIANGULAR SPACING	
Feet	Metres	Acre	Hectare	Acre	Hectare
3	0.91	4840	11960	5589	13810
3.28	1	4047	10000	—	11547
4	1.22	2722	6727	3144	7768
—	1.50	1798	4444	—	5132
5	1.52	1742	4305	2012	4972
6	1.83	1210	2990	1397	3453
—	2	1012	2500	—	2887
7	2.13	889	2197	1026	2537
8	2.44	681	1682	786	1942
—	2.50	648	1600	—	1846
9	2.74	538	1329	621	1534
—	3	450	1111	—	1283
10	3.05	436	1076	503	1243
—	3.50	330	816	—	943
12	3.65	303	747	349	863
—	4	253	625	—	722
—	4.50	200	494	—	570
15	4.57	194	478	—	552
—	5	162	400	—	462
18	5.48	134	332	155	384
—	5.50	134	331	—	382
—	6	113	278	—	321
20	6.10	109	269	126	311
—	7	83	204	—	236
—	8	63	156	—	180
—	9	50	123	—	143
30	9.14	48	120	56	138
32.8	10	40	100	47	115
ft	m	43560 ft ²	10,000 m ²	50298 ft ²	11547 m ²

Apéndice 2. Algunos símbolos para la dasometría

Nota: los símbolos en letras minúsculas se refieren a valores de árboles individuales; los símbolos en letras mayúsculas se refieren a valores de la masa por unidad de área.

Símbolos principales

c	circunferencia	}	de un solo árbol, a 1.3 m de altura por encima de la corteza
d	diámetro		
g	área basal		
G	área basal por unidad de área (por ejemplo, m ² /ha)		
h	altura total de un árbol		
i	incremento, de un único árbol en un año		
k	coeficiente de forma del diámetro a la mitad de la altura total dividido por d		
n	número, normalmente de los tallos en una muestra		
N	número total de árboles por unidad de área		
P	porcentaje de incremento		
t	edad, normalmente expresado en años después del transplante		
v	volumen de madera de tronco		
f	coeficiente de forma, para madera total de tronco, incluida la corteza; es decir, normalmente $f = v/g$		
V	Volumen total por unidad de área, por ejemplo m ³ /ha		

Todos los símbolos que figuran arriba pueden limitarse por subíndices u otras modificaciones. Entre ellos, los de mayor utilidad son los siguientes:

Símbolos modificados

\bar{d}	diámetro medio de un rodal, es decir, $(d)/n$
dg	diámetro del árbol del área basal media
\bar{g}	área basal del árbol de área basal media, de un rodal; es decir, G/n
\bar{h}	altura media de un rodal, es decir $(h)/n$
hg	altura del árbol de área basal media
\bar{h}_d	altura del árbol de diámetro medio
h_{dom}	altura media de los 100 árboles de mayor diámetro de la parcela
i_d	incremento del diámetro de un solo árbol en un año
v_7	volumen de madera del tronco (de un solo árbol) que exceda los 7 cms de diámetro incluyendo la corteza; es decir, volumen a un límite de diámetro de 7 cms.
v_b	volumen total de un árbol solo considerando las partes fuera del suelo; es decir, incluyendo la madera de las ramas, pero excluyendo la madera de las raíces.

DOCUMENTO
MICROFILMADO
Fecha: 28 JUN 1983