

# PERFECCIONAMIENTO DE LAS TABLAS PARA LA DETERMINACION DE LAS EXISTENCIAS DE LAS ESPECIES LATIFOLIAS EN RODAL

F. HERNANDEZ Y A. BOBKO

## RESUMEN

En el trabajo se analiza el método utilizado en la determinación de las existencias maderables en arbolados compuestos por especies latifolias, y se demuestra la complejidad de las tablas que se usan actualmente. Se determinaron los parámetros del área basal para arbolados de densidad 1,0 "normales".

Las tablas de área basal y las de existencia maderable confeccionadas sobre la base del estudio realizado, se han comprobado en la práctica de los trabajos de ordenación forestal y pueden ser utilizadas en otros manejos al bosque de composición heterogénea.

## INTRODUCCION

Actualmente en Cuba se desarrollan ampliamente los trabajos de la ordenación forestal y actividades silviculturales que propenden a determinar las existencias maderables.

Estos trabajos han sido beneficiados por las investigaciones realizadas en la elaboración de la "Instrucción para la Ejecución de la

**Unidad de Proyectos de Ordenación de Bosques, Dirección de Silvicultura, Ciudad de La Habana, Cuba**

Orientación del Patrimonio Forestal de Cuba" (2); mediante el citado documento se han elaborado los Proyectos de Organización y Desarrollo de las Empresas Forestales, cuya aplicación está prevista en los lineamientos y orientaciones del Gobierno de Cuba y del Partido en su II Congreso (1).

En la confección de la Instrucción se previó la preparación conveniente de las tablas para la determinación de las existencias maderables de los arbolados, lo cual se realizó simultáneamente en el trabajo general; para ello se calcularon los coeficientes mórficos empíricos de los diferentes grupos de especies. Sobre la base de estos coeficientes se aplica la fórmula para calcular los volúmenes maderables (3).

$$V = G (H + 3) K \quad (1)$$

donde

V = existencias maderables, m<sup>3</sup>

G = área basal del arbolado, m<sup>2</sup>

H = altura media del arbolado, m

K = coeficiente mórfico empírico del grupo de las especies  
(2 Anexo 8).

Para la confección de las tablas de volúmenes se usó la conocida forma de doble entrada, o sea, el área basimétrica y la altura media del arbolado (véase Tabla 1). Evidentemente en las mencionadas tablas aparece una tercera entrada que corresponde a las especies, las que fueron dispuestas en seis grupos, de acuerdo con las variaciones encontradas en el coeficiente mórfico empírico calculado.

Por tanto, el procedimiento para estimar el volumen maderable en el arbolado consiste en lo siguiente:

1. Realizar la delimitación y mapificación del rodal económico.
2. Definir el área basal de las especies por cada grupo según su estructura con el uso de la regla (o relascopio-instrumento de alto costo) de Bitterlich, o usando el procedimiento "clásico", la forcipulación total, parcial o en fanja, muestras parcelas de pruebas, etc.
3. Determinar la altura media de las especies en el arbolado en pie usando el instrumento adecuado, o visualmente.
4. Estimar el volumen de cada especie localizada en su respectiva tabla.

5. Sumatoria de los volúmenes de las especies que constituyen el arbolado que se evalúa y determinar las existencias en 1 ha.

Si se hiciera un análisis superficial del procedimiento explicado, notaríamos que corresponde a un proceso realmente complejo, en el cual es prácticamente imposible su aplicación para los trabajos encaminados a la evaluación de las existencias maderables en el rodal. Analizado esto, hemos llegado a la conclusión de hacer una simplificación de las tablas referidas, con el objetivo de brindar una mejor posibilidad a los especialistas en su trabajo al evaluar las existencias maderables de los bosques tropicales, cuya composición natural se presenta con tal complejidad que dificulta en extremo la separación de las especies para introducirlas sistemáticamente en cada uno de los seis grupos anteriormente señalados.

TABLA 1. Fragmento de una tabla de volúmenes maderables por 1 ha (primer grupo de especies: caoba de Honduras, Caguairán, Júcaro, Casuarina).

Área basimétrica (m <sup>2</sup> )	Altura media (m)	Volumen de la existencia (m <sup>3</sup> )				
		6	7	...	24	25
5		15	17	...	41	42
6		18	20	...	49	50
7		21	23	...	57	59
...		...	...	...	...	...
35		104	116	...	284	294
36		107	119	...	292	302

## MATERIALES Y METODOS

En el estudio se han utilizado las tablas mencionadas anteriormente y los datos de tasación de los bosques latifolios como un objeto de la evaluación de las existencias maderables en pie y de los resultados obtenidos en la tasación de parcelas de pruebas.

Sobre esta base se ha realizado un análisis de dichas tablas, según aparece a continuación:

- Las que incluyen en el área basal ( $\sum G$ ) para todas las especies desde 5 hasta 40 m<sup>2</sup>/ha.
- La altura media del arbolado se incluye desde 5 hasta 30 m para las tablas de los grupos de especies.

Los aspectos apuntados anteriormente, sin lugar a dudas, no tienen correspondencia con las condiciones naturales en los bosques que estudiamos. Por ejemplo: si el arbolado que se presenta en el primer grupo de especies latifolias, representado por caoba de Honduras, Caguairán, Júcaro, Casuarina, etc., tuviera una altura media de 5 m y un área basal de 40 m<sup>2</sup>, encontraríamos tal cantidad de árboles que su número sería mayor que 10 mil pies por 1 ha.

Inversamente, si un arbolado tuviera una altura media de 30 m y un área basal de 5 m<sup>2</sup> no sería tal arbolado, sino un área deforestada con presencia de árboles aislados; como el ejemplo anterior pudiéramos analizar otros, tomando la tabla correspondiente a otras especies o grupos y resultaría la misma conclusión; ello se puede calcular usando la fórmula sencilla:

$$N = \frac{G}{0,785 D^2} \quad (2)$$

donde:

N = número de árboles por ha

G = área basal por 1 ha en m<sup>2</sup>

D = diámetro medio del arbolado.

Para encontrar la solución al objetivo que nos hemos trazado, se decidió primeramente equilibrar la relación existente entre el área basimétrica, considerada como el indicador variable, y la altura media del arbolado, como indicador constante.

Mediante esta consideración y usando los datos de las mediciones de las áreas basimétricas de diferentes arbolados de especies latifolias, cuya composición heterogénea representada por muchas especies, se plantearon los puntos en un gráfico de coordenadas (véase Figura 1), donde la abscisa representa a las alturas (en m) y la ordenada las áreas basales (en m<sup>2</sup>). Por encima de los puntos se trazó una curva que representa el límite que puede alcanzar el arbolado con un crecimiento de máxima producción; o sea, cuando la densidad de este arbolado es la que quiere decir un bosque normal, o

modelo el cual puede servir como comparación para la densidad relativa de cualquier otro arbolado.

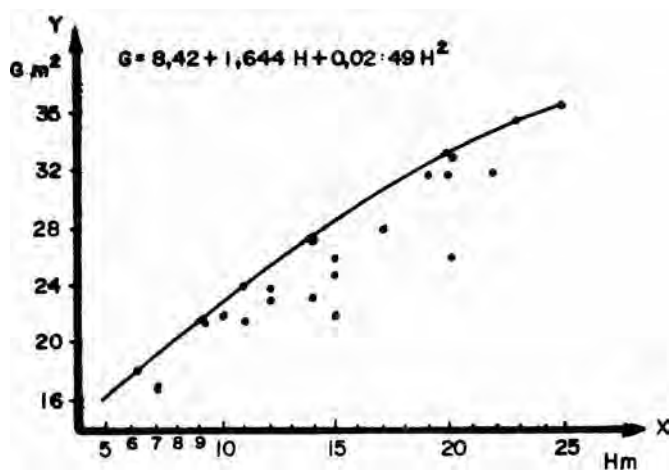


FIGURA 1. Cambio del área basimétrica en función de la altura media de las especies latifolias.

A continuación exporemos matemáticamente la expresada relación para lo cual se utilizó la ecuación de la parábola de segundo grado.

$$\bar{G} = a + bx + cx^2 \quad (3)$$

donde

G = curva que caracteriza el cambio del área basimétrica,  $m^2$  en el eje "Y"

a, b, c, = coeficientes respectivos en la ecuación

x = número que significa la posición del arbolado según el eje "X" y que corresponde a una altura.

Los procedimientos para el cálculo aparecen reflejados en la Tabla 2, usando el método de los mínimos cuadrados.

TABLA 2. Cálculo de los parámetros de la curva de cambio del área basimétrica en arbolados de especies latifolias.

Altura H (m)	Número (X)	Area basimétrica según Figura 1 G m <sup>2</sup> (Y)	XY	X <sup>2</sup> Y	Area basimétrica equilibrada G m <sup>2</sup>
5	1	16,0	16,0	16,0	16,1
10	2	23,0	16,0	92,0	22,7
15	3	28,1	84,3	252,9	28,3
20	4	32,7	130,8	523,2	32,7
25	5	36,2	181,0	905,0	36,1
		136,0	485,1	1 789,1	

Para el cálculo de los coeficientes se emplea el siguiente orden:

$$\begin{aligned}
 a &= +\sum Y \cdot T_1 + \sum XY \cdot T_2 + \sum X^2Y \cdot T_3 \\
 b &= -\sum Y \cdot T_2 + \sum XY \cdot T_4 - \sum X^2Y \cdot T_5 \\
 c &= +\sum Y \cdot T_3 - \sum XY \cdot T_5 + \sum X^2Y \cdot T_6
 \end{aligned}$$

Los coeficientes  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_5$  y  $T_6$  se buscan en la tabla matemática previamente y son constantes a un determinado número de observaciones. Para nuestro ejemplo el número de las observaciones es igual a 5, a lo cual corresponde:  $T_1 = 4,600\ 000$ ;  $T_2 = 3,300\ 000$ ;  $T_3 = 0,500\ 000$ ;  $T_4 = 2,671\ 428$ ;  $T_5 = 0,428\ 571$ ;  $T_6 = 0,071\ 428$ .

Realizando el cálculo correspondiente hemos obtenido la fórmula

$$G = 8,42 + 8,22x - 0,53\ 654 x^2 \quad (4)$$

Si embargo, "X" por sí misma expresa el orden consecutivo de la altura fijada, pero no es conveniente usarla en el cálculo directo, por eso es racional sustituirla por la relación directa en función de la altura.

Entonces:

$$X = \frac{H}{-5}$$

El resultado de los cálculos se puede observar en la Tabla 2. Por ello, la fórmula se puede escribir así:

$$G = 8,42 + 8 \cdot \frac{H}{5} - 0,53664 \frac{(H)^2}{5} \quad (5)$$

Y después de una simplificación lógica, quedaría expresada:

$$G_{(5-25)} = 8,42 + 1,644 H - 0,2146 H^2 \quad (6)$$

Basándose en dicha fórmula, es fácil hacer el cálculo del área basimétrica para cualquier altura en el rango establecido desde 5 hasta 25 m y usarla al elaborar los datos del inventario de los bosques y al investigarla con el uso de las máquinas de computación.

Utilizando los valores de las áreas basimétricas para las especies latifolias que tienen densidad igual a 1,0 y que han sido calculados por la fórmula 6, así como simultáneamente los valores del volumen por las tablas mencionadas (2), hemos recibido una curva general, la cual caracteriza la relación de las existencias con las alturas. Ella se expresa matemáticamente, por la fórmula:

$$\bar{M}_{(5-25)} = 19,4 + 5,0 H + 0,284 H^2 \quad (7)$$

Los parámetros correspondientes han sido calculados por los mismos métodos que se utilizaron al calcular la relación de las áreas basimétricas (4).

Empleando las fórmulas anteriores así como las relaciones del área basal y la existencia maderable, hemos confeccionado una tabla de las áreas basimétricas y las existencias para los arbolados compuestos por las especies latifolias con densidad 1,0 es decir, para los arbolados que se nombran teóricamente "normales" en dasonomía.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El uso de las tablas de volúmenes que existen actualmente **(2)** para la determinación de la existencia maderable al hacerse inventario y la evaluación silvieconómica, es muy complejo en su aplicación.
2. Los bosques tropicales latifolios, generalmente están compuestos por multitud de diferentes especies que pertenecen a los distintos grupos.
3. Al estudiar la dependencia de las áreas basales (6) y la existencia maderable (M) con la altura, ha sido descubierta la relación definida entre las mismas que se expresa matemáticamente por las ecuaciones de parábola de segundo grado (6 y **7**). Estas fórmulas son muy racionales y tienen como fin elaborar los materiales del inventario con las máquinas de computación.
4. Utilizando las relaciones encontradas hemos confeccionado la tabla de las existencias maderables y las áreas basales de los arbolados compuestos por especies latifolias, la cual ha sido practicada en el curso de los trabajos de ordenación forestal durante los dos últimos años, y de la que se han obtenido resultados satisfactorios.
5. Basándonos en lo anterior, se recomienda usar la tabla mencionada al evaluar las existencias maderables, al realizar tanto el inventario o catastro, como los manejos de la reconstrucción y el mejoramiento en los bosques degradados en cuya composición participan muchas especies.
6. La comparación con los resultados de los estudios que permiten conocer las existencias maderables (5), se aproximan convenientemente a los de la 4 y 5 lo cual lógicamente es de esperar, ya que se han estudiado arbolado de composición heterogénea y no pura.
7. El método se puede recomendar en el estudio para la elaboración de los índices que caracterizan la tasación en los arbolados homogéneos, para los cuales, indudablemente, hay sus propias relaciones, que presentan una desviación con respecto a los arbolados compuestos.

TABLA 3. El área basal y las existencias maderables de los arbolados compuestos de especies latifolias.

Altura (m)	Área basal (m <sup>2</sup> )	Existencia (m <sup>3</sup> )	Altura (m <sup>2</sup> )	Área basal (m <sup>2</sup> )	Existencia (m <sup>3</sup> )
5	16,1	92	15	28,3	158
6	17,5	60	16	29,2	172
7	18,9	68	17	30,1	186
8	20,2	78	18	31,0	201
9	21,5	87	19	31,9	217
10	22,7	98	20	32,7	233
11	23,9	109	21	33,4	250
12	25,0	120	22	34,1	267
13	26,2	132	23	34,8	285
14	27,2	145	24	33,5	303
			25	36,1	322

#### ABSTRACT

#### PERFECTIONING OF TABLES TO DETERMINE THE EXISTENCE OF HARDWOOD SPECIES IN STAND

The method used to determine the timber existence in woodlands composed by hardwood species is analyzed in this paper, making evident the complexity of the tables used at present. The parameters of the basal area for woodlands of "normal" 10 densities were determined.

The basal area tables and the timber existence prepared in basic of the study done, have been verified in the practice of the forest management works and can be used in other forest managements of a heterogeneous composition.

## BIBLIOGRAFIA

1. CUBA. Lineamientos del Programa del PCC en el II Congreso del Partido Comunista de Cuba. Cuba. 1980.
2. CUBA, INDAF. Instrucción para la ejecución de la ordenación del patrimonio forestal de Cuba. La Habana, INDAF, 1977.
3. MONTAÑA, A. y A. EREMEEV. Método para determinar los volúmenes de madera en los bosques de Cuba. Baracoa 1-2, 1977.
4. ZAJAROV, V. K., O. K. TRULL, V. S. MIROSHNIKOV Y V. E. ERMAKOV. Lesotaxacionniy spravochnik. Minsk, Editora Estatal de la RSSB, 1961.
5. EREMEEV, A. Nauchnie osnovi inventarizacii drevesnij zapasov v Resaj kubi. Dissertacia na soiskanie uchonoj stepeni kaudidata sel'skojozaistvennij nauk. Moskva, 1979.