

TABLA DE VOLUMEN PARA *QUERCUS COPEYENSIS* MÜLLER EN LOS ROBLEDALES DE SAN GERARDO DE DOTA, COSTA RICA

Wilberth Jiménez

Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica

RESUMEN

Se suministra una tabla de volumen de una entrada para *Quercus copeyensis* Müller en un robledal ubicado en San Gerardo de Dota, en la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. Para la elaboración de la tabla se ensayaron diversos modelos, de los cuales el que mejor ajuste dio fue el logarítmico. Con base en éste se elaboró una tabla de volumen con corteza de una entrada y se calculó el volumen por hectárea para la especie, con base en la información obtenida de un inventario completo realizado en la misma localidad.

ABSTRACT

This article presents a volume table for an oak *Quercus copeyensis* Müller forest located in San Gerardo de Dota, Talamanca Range. For the elaboration of the volume table, several models were tested; the Logarithmic function showed the best approximation. Bases on the Logarithmic model, a one-variable volume table was constructed. The volume per hectare for *Q. copeyensis* was calculated based on a complete inventory carried out in the same location.

Quercus copeyensis Müller (roble copey o blanco) pertenece a la familia Fagaceae, la cual agrupa los siguientes géneros: *Pasania*, *Castanea*, *Castanopsis*, *Carpinus*, *Lithocarpus*, *Nothofagus* y *Quercus* (Jiménez y Chaverri, s.f.). El género *Quercus* se subdivide, a su vez, en 5 subgéneros, de los cuales los más comunes son el *Lepidobalanus* (robles blancos) y *Erythrobalanus* (robles rojos o negros); ambos subgéneros están representados en Costa Rica (Burger, 1977). *Quercus* parece ser el

género que más especies agrupa en la familia Fagaceae. Sólo en Norteamérica existen más de 370 especies, de las cuales alrededor de 200 están en México (Dayton, 1944; Jiménez y Chaverri, s.f.; Mass, 1977; Standley, 1937).

En Costa Rica no se conoce con exactitud el número de especies de *Quercus*, debido a la falta de un estudio más profundo sobre su taxonomía. Algunos autores hablan de 16 especies (Merker *et al.*, 1943; Vega, 1966), de 17 (Müller, 1942) o de 14 (Standley, 1937), mientras que otros establecen en 12 el número total de especies (Burger, 1977). La mayor parte de estas especies habitan las tierras altas del país; sin embargo, *Quercus oleoides* Schlecht & Cham se localiza a altitudes bajas y frecuentemente aparece formando mezclas en el bosque seco tropical (Montoya, 1966).

Quercus copeyensis C.H. Müller, tiene como sinónimos: *Q. costaricensis* f. Kuntzei Trel. y *Q. aata*, según autores del Herbario del Museo de Costa Rica y Burger, 1977. En 1942 existía controversia en relación con este último sinónimo (Müller, 1942) y al parecer en la actualidad todavía persiste (Burger, 1977).

La especie se distingue de los otros robles por sus hojas usualmente ovadas y obtusas, duras y cónvexas, brillantes en el haz y pubescentes en el envés. Presenta ramitas grises gruesas con estípulas en la parte axilar. El fruto es de tamaño mediano y la corteza grisácea en forma de escamas o placas planas grandes. Estas dos últimas características permiten separarlo de *Quercus costaricensis* Liebm, con el cual se encuentra mezclado con frecuencia. Esta última posee gran variación en la forma, textura, pubescencia y venación de las hojas (Burger, 1977).

Quercus copeyensis se distribuye desde la parte central de Costa Rica, sobre la Cordillera de Talamanca, hasta territorio panameño. Habita en el país en la Cordillera Central desde cerca de Escazú y Tarbaca (San José), hacia el este. En la Cordillera de Talamanca es mucho más frecuente encontrarlo, y es poco común en los volcanes Poás y Barva. Su rango altitudinal va de 1.800 a 2.900 m.s.n.m. (Burger, 1977).

Algunos autores indican que este roble está restringido al bosque nublado de tierra templada o fría, en elevaciones que van de los 2.100 a los 3.000 m.s.n.m. Lo cierto es que se encuentra a lo largo de la divisoria continental al sur de Cartago, siendo según algunos autores, la zona óptima para su desarrollo (Barbour, 1943; Little, 1948).

Quercus copeyensis habita, según la clasificación de Holdridge, las formaciones de bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh-MB), bosque pluvial Montano Bajo (bp-MB) y bosque húmedo Montano (bh-M), de manera semejante como en Colombia (Jiménez, 1984; Plata, 1966; Vega, 1966).

El bosque en el que habitan los *Quercus* sp. es conocido como robledal, dado que éstos forman masas bastante homogéneas (Barbour, 1943; Jiménez y Chaverri, s.f.; Little, 1948; Vega, 1966). En un estudio realizado por Jiménez *et al.*, 1988, en los bosques de San Gerardo de Dota (Cordillera de Talamanca), se logró comprobar que el género representa el 80.4 % del total de los individuos por hectárea y el 95 % del área basal total por hectárea; que *Quercus copeyensis* constituye el 67 % del total de los individuos y el 69 % del área basal por hectárea, mientras que *Quercus costaricensis* aparece con el 23.5 % del área total.

Pese a la menor complejidad de la composición florística de los robledales en relación con los bosques de bajura, pueden encontrarse otras especies. Las más comunes de valor comercial son: *Cornus* sp., *Drymís granadensis*, *Magnolia poasana*, *M. sororum*, *Weinmannia pinnata*, *Podocarpus oleifolius*, *Prumnopitys standleyi*, *Ocotea* sp., *Nectandra* sp., *Laplacea semiserrata*, *Cleyera theoides*. Algunas de las especies no comerciales son *Oreopanax* sp., *Clusia* sp., *Myrcine pittieri*, *Rhamnus* sp., *Viburnum* sp., *Escallonia*

poasana, *Didimopanax* sp. (Barbour, 1943; Burger, 1977; Little, 1948).

En relación con el desarrollo de los árboles de *Quercus* sp., se ha observado que en suelos poco profundos y pedregosos, la altura de los árboles es mucho menor que en sitios donde predominan suelos más profundos, siendo, en general, menor la altura del dosel superior y frecuentes los árboles chaparros o bajos, con un gran desarrollo en diámetro. Se ha observado en los bosques de San Gerardo de Dota que en los suelos más profundos es notoria la existencia de un mayor número de árboles y que la especie dominante es el *Quercus copeyensis*, en tanto que en los suelos superficiales es *Quercus costaricensis* la que domina (Jiménez, 1984).

En un inventario forestal, realizado en San Gerardo de Dota, se encontró que el robledal presentaba una curva de distribución de diámetros en forma de «jota invertida», lo que indica la forma irregular de la masa; aunque en la misma, las clases intermedias están subrepresentadas (Jiménez *et al.*, 1988). Este aspecto es de suma importancia, pues la distribución de edades y diámetros, así como la presencia o no de regeneración preexistente, son de primordial importancia en el momento de decidir los tratamientos silviculturales que se pueden aplicar a un determinado bosque (Schulz, 1967).

MATERIALES Y METODOS

La recolección de la información de campo se realizó en una finca localizada a unos 5 kilómetros al sur de la Carretera Interamericana (a la altura del kilómetro 80), en el caserío de San Gerardo de Dota.

No fue posible precisar la ubicación cartográfica, debido a que la finca no tiene muy bien definidos sus linderos. Sin embargo, en la Fig. 1 se señala su ubicación aproximada.

Aspectos climáticos

El sitio de estudio se encuentra a una altura de 2.650 m.s.n.m. La estación meteorológica más cercana a la zona de estudio es la Tres de Junio (2.660 m.s.n.m.), la cual arroja un promedio de precipitación anual de 2.988,4 mm (Jiménez, 1983).

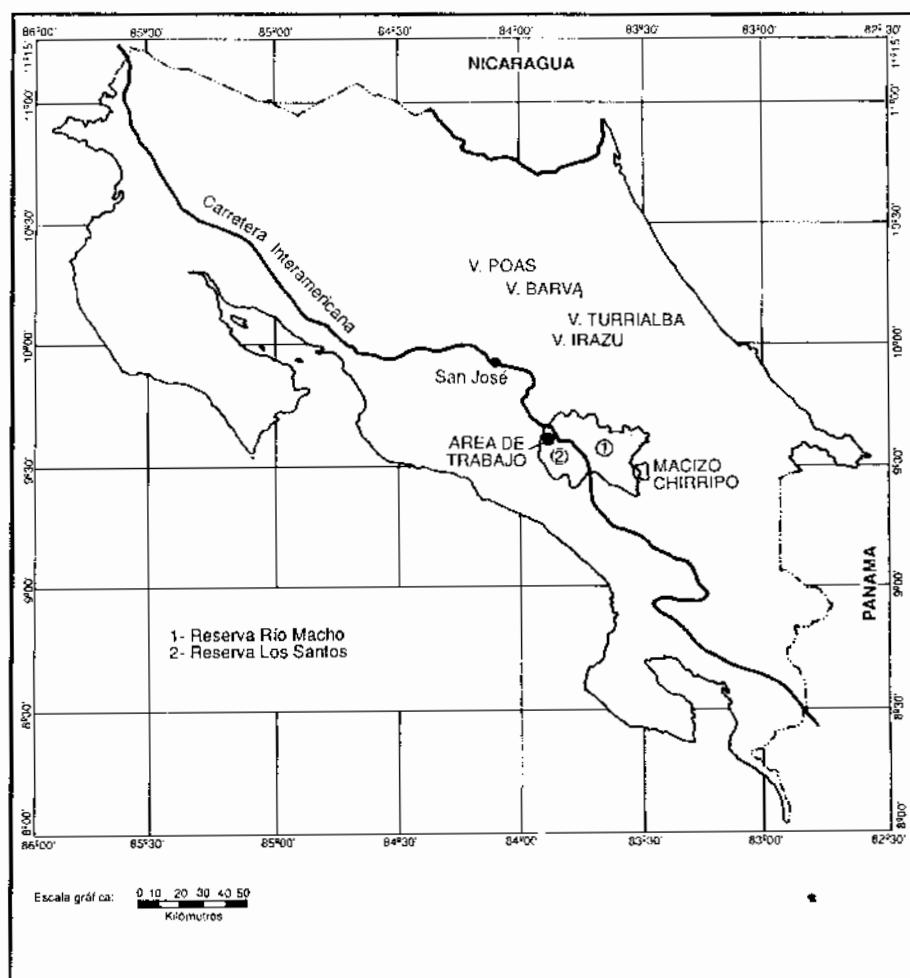


Figura 1. Área de investigación.

Tomado de : Jiménez, W. 1984.

La temperatura promedio anual según la Estación de Villa Mills (3.000 m.s.n.m.), es de 10.9 °C, con una máxima promedio de 17 °C y una mínima de 4.8 °C (Jiménez, 1983).

Aspectos edáficos

El análisis químico de los suelos de la localidad, revela en términos generales, bajas cantidades de calcio, potasio, fósforo y zinc; concentraciones moderadas en magnesio y cobre y, cantidades relativamente altas de aluminio, hierro y manganeso.

Algunos estudios realizados en los suelos de diversos robledales, indican que la textura de los mismos es limo-arcillosa, presentando además, una

alta pedregosidad. Aunque es frecuente la textura franco-arcillosa en terrenos quebrados y arcillosa en los terrenos planos. El contenido de materia orgánica, por lo general, es alto, pudiendo llegar al 13 %. El pH puede variar entre 4.2 y 6.0 (Jiménez y Chaverri, s.f.).

Cubicación de árboles volteados y elaboración de la tabla de volumen

Se localizó un área aproximada de 3 hectáreas, en la cual el bosque había sido volteado para cambiar su uso a la agricultura. Los árboles volteados fueron sometidos a una quema parcial; no obstante, sus fustes se encontraban completos, incluida la corteza, pero sin sus copas.

Se midieron un total de 157 árboles de *Quercus copeyensis*. En un principio se preveía medir como mínimo unos 15 árboles por cada clase diamétrica (clases con rangos de 10 cm); incluyendo la clase de 10 a 20 cm. Sin embargo, tal norma no fue posible aplicarla. Pese a ello, se midieron 29 árboles de la clase 10-20; 26 de la 20-30; 23 de la 30-40; 17 de la 40-50; 20 de la 50-60; 11 de la 60-70; 9 de la 70-80; 2 de la 80-90; 10 de la 90-100; 6 de la 100-110 y un árbol en cada una de las clases siguientes hasta la de 150-160 cm, exceptuando la clase de 140-150 m, la cual no registró ninguno.

La medición de los diámetros se realizó con forcípula (dos mediciones en cruz) y no con cinta diamétrica, debido a la dificultad de emplearla en aquellos árboles que se encontraban en contacto con el suelo. La longitud de los fustes se midió con cinta métrica.

Como los árboles fueron volteados por encima del nivel del suelo, se procedió a medir la altura del tocón e incluirla dentro de la cubicación total. En otras palabras, la medición de la longitud se realizó desde la base misma del árbol.

Los fustes se marcaron con tiza cada 2 metros y en cada marca se realizó la medición del diámetro con forcípula. Aparte de ello, fue medido el diámetro a la altura del pecho (d).

El marcaje de las trozas, cada 2 metros, se realizó en números impares, con el fin de emplear en la cubicación la fórmula de Huber (Loján, 1966), con lo cual el volumen de cada árbol se calculó de la siguiente manera:

$$V_* = L (A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_{n-1}) + L_n A_n$$

donde:

- V_* = Volumen total del árbol
- L = Largo de la sección o troza
- A_i = Area basal (promedio) de la sección o troza
- L_n = Largo de la última sección o troza

Para el cálculo de las ecuaciones d - altura total, d - altura de fuste, volumen en función del d y la altura total, fueron probados modelos lineales, exponenciales, logarítmicos, semilogarítmicos,

potenciales y cuadráticos. Muchos de estos modelos han sido empleados en diversos trabajos (Del Valle, 1983; Furnival, 1961; González, 1982; Klepac, 1976; Loján, 1966; Schumacker, 1939; Vélez, 1982).

Con base en la tabla de volumen y en un inventario completo realizado en la localidad de San Gerardo de Dota, se calculó el volumen total por hectárea para la especie. El inventario fue completo (pie a pie), sobre un conjunto de 4 parcelas de 0.25 ha, cada una. La superficie total inventariada fue de 2 ha, y las variables medidas fueron el d y la altura total de todas las especies con d igual o superior a los 10 cm. Con base en dichas variables se construyó la relación d - altura total.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se incluye los modelos matemáticos obtenidos del procesamiento de las mediciones de d, altura total (ht) y altura de fuste (hf), para la especie en estudio.

La selección de los mejores modelos de este cuadro y de los subsiguientes, contenidos en otros, se realizó tomando como parámetros el coeficiente de determinación (r^2), el nivel de significancia (con base en la F de Fischer) y el error relativo (S%).

La Fig. 2 describe la tendencia de la curva estimada del d y la ht correspondiente al modelo seleccionado (modelo 2), así como los límites o intervalos de confianza calculados para el mismo.

El modelo seleccionado para describir la relación entre el d y la ht es el cuadrático. Este presenta un r^2 de 0.705 con un error relativo del 17.4 %. Valores semejantes presenta el semilogarítmico. La razón por la cual se eligió el segundo, radica en que dicho modelo es de más fácil manipulación y no requiere la transformación de ninguna variable (Del Valle, 1983), como sí ocurre con el primero. El modelo escogido ha sido utilizado también por diversos autores, ya que describe bastante bien la citada relación (González, 1982; Vélez, 1982).

Debe indicarse que un ajuste de un modelo con un r^2 igual a 0.71 y un error relativo de 17.4 %

Cuadro 1. MODELOS PROBADOS PARA ESTABLECER LA CURVA DE DIAMETROS VS. ALTURAS TOTALES Y DE FUSTE, PARA *Quercus copeyensis* EN SAN GERARDO DE DOTA.

MODELO	FUNCION O ECUACION	COEF. DETERM. (r^2)	ERROR RELATIVO S %
1	$ht = -16.349 + 25.312 \log d$	0.707**	17.3
2	$ht = 5.7259 + 0.56135 (d) - 0.0027263 (d)^2$	0.705**	17.4
3	$hf = -0.60763 + 0.97531 (ht) - 0.0087434 (ht)^2$	0.515*	22.9
4	$hf = 3.8944 + 0.55865 (ht)$	0.510**	23.0
5	$hf = 8.0774 - 0.28402 (d) - 0.0013223 (d)^2$	0.456*	24.2

ht = Altura total (m), f = Altura de fuste (m), d = dap = Diámetro a la altura del pecho (cm), log = logaritmo

* Significativo a $p = 0.05$

** Significativo a $p = 0.01$

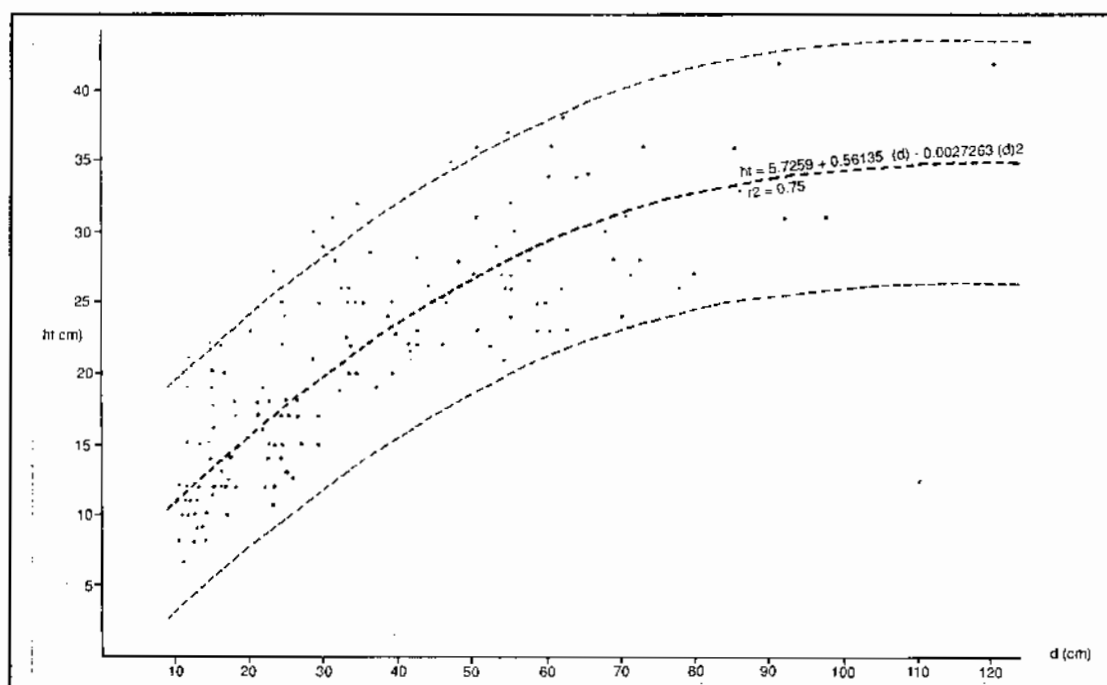


Figura 2. Relación diámetro a la altura del pecho (d, en cm) vs. altura total (ht, en m) y límites de confianza para el *Quercus copeyensis* en el bosque de robles de San Gerardo de Dota, Costa Rica.

para explicar la relación d-ht es muy bueno. Generalmente es difícil obtener ajustes superiores a este valor (Jiménez, 1984).

Como es evidente, no tiene sentido emplear los otros modelos probados para explicar la relación ht-hf y d-hf, debido a sus bajos r^2 y sus altos errores relativos.

Se puede apreciar en la Fig. 2, que la altura tiende a variar muy poco para árboles con diámetros más allá de los 75 u 80 cm de d. El desarrollo del modelo utilizado para describir esta relación tiende, como es normal en este tipo de curvas, a ampliar sus límites de confianza al acercarse a los diámetros superiores.

El Cuadro 2 presenta los modelos matemáticos desarrollados para la elaboración de una tabla de volumen de doble entrada. Como se indicó en la metodología, no fue posible utilizar la altura total medida directamente de los árboles volteados, pues éstos no tenían copa. La altura total empleada en el cálculo de volúmenes proviene de la estimación realizada con base en el modelo 2 del Cuadro 1.

La altura de fuste no fue utilizada para el cálculo de volúmenes, ya que el modelo desarrolla-

do para explicar la relación entre esta variable y el d (modelo 5, Cuadro 1), presentó un r^2 muy bajo (0.46).

Para estimar el volumen de cualquier árbol con base en una tabla de volumen de doble entrada, es preciso contar con el d y la altura de fuste, o en este caso particular, la altura total. En ese sentido, el modelo de variable combinada es muy empleado en la elaboración de tablas de volumen o cubicación y es, por lo general, con él que se obtienen los mejores ajustes (Del Valle, 1983; Furnival, 1961; González, 1982; Loján, 1966; Vélez, 1982). Pese a este hecho, y aun cuando el modelo 1 del Cuadro 2 presenta el mejor r^2 (0.946) y el error relativo (S%) más bajo (31.7 %) en relación con los demás modelos probados, el error es sumamente alto. Es probable que ello esté determinado por la derivación que se hace del volumen con base en la altura total, la cual ha sido estimada y no medida. El otro aspecto que puede estar influyendo, es el número de árboles empleados. Este debería aumentar para mejorar su confiabilidad.

Dado lo anterior, el modelo de variable combinada en este caso no es el más indicado para elaborar la tabla de volumen con la información disponible.

Cuadro 2. MODELOS PRBADOS PARA ESTABLECER LA TABLA DE VOLUMEN CON CORTEZA DE DOBLE ENTRADA, PARA *Quercus copeyensis* EN EL BOSQUE DE ROBLES DE SAN GERARDO DE DOTA.

MODELO	FUNCION O ECUACION	COEF. DETERM. (r^2)	ERROR RELATIVO
1	$V = 0.12799 + 0.000030625 (d^2 \cdot ht)$	0.946**	31.7
2	$V = 0.39883 + 0.0000008741 (d \cdot ht)^2$	0.942**	33.0
3	$V = -1.5164 + 0.0003428 (d \cdot ht)$	0.850**	52.8

d = dap = Diámetro a la altura del pecho (cm), ht = Altura total (m) V = Volumen (m³)

** Significativo a p = 0.01

Cuadro 3. MODELOS PROBADOS PARA ESTABLECER LA TABLA DE VOLUMEN CON CORTEZA DE UNA SOLA ENTRADA PARA *Quercus copeyensis* EN EL BOSQUE DE ROBLES DE SAN GERARDO DE DOTA.

MODELO	FUNCION O ECUACION	COEF. DETERM. (r^2)	ERROR RELATIVO S %
1	Log. V = -3.50.40 + 2.2694 (log d)	0.971**	22.7
2	V = 0.44839 - 0.02967 (d) + 0.0013019 (d) ²	0.951**	30.2
3	V = -0.26954 + 0.0010807 (d) ²	0.948**	31.2
4	V = -0.26789 + 0.001375 (ab)	0.947**	31.3
5	Log V = -0.85993 + 0.020314 (d)	0.843**	52.9
6	V = -3.1059 + 0.3078 (d)	0.840**	54.7

log = logaritmo, V = volumen (m³)

d = dap = diámetro a la altura del pecho (cm)

ab = área basal (cm²)

** Significativo a p = 0.01

En el Cuadro 3 aparecen los modelos evaluados para confeccionar la tabla de volumen de una entrada, la cual empleó únicamente el d para el cálculo del volumen. En este caso el modelo más indicado para elaborar la tarifa de cubicación es el logarítmico, el cual presenta un r^2 de 0.971 con un error relativo del 22.7 % (modelo 1). Algunas investigaciones demuestran que el modelo logarítmico es también muy empleado para la confección de tablas de volumen a partir del d. Otra razón por la cual se decidió elegir el modelo, está en el hecho de que éste no hace negativos los volúmenes en los diámetros inferiores, ni subestima demasiado los volúmenes como los otros modelos (con excepción del modelo cuadrático). Con base en dicho modelo, se elaboró la tabla de volumen de una entrada que aparece en el Cuadro 4.

El Cuadro 5 resume, a modo de ejemplo, las existencias de volumen por categoría diamétrica y por hectárea para *Quercus copeyensis* en un bosque localizado en la misma localidad de San Gerardo de Dota, en la cual predomina la especie. Los cálculos están hechos con base en el modelo que se seleccionó para la elaboración de la tabla de volumen de una sola entrada.

Como se observa, la especie presenta una distribución diamétrica típica de una masa irregular no intervenida, en forma de J invertida, tal y como suele ocurrir en muchos bosques tropicales y templados (Hawley y Smith, 1972; Jiménez, 1984; Klepac, 1976; Mass, 1977; Schulz, 1967). Por otro lado, el volumen total por hectárea para la especie es considerablemente alto, máxime que sólo re-

Cuadro 4. TABLA DE VOLUMEN PARA *Quercus copeyensis* CON BASE EN EL DIAMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (d), CON CORTEZA PARA LOS ROBLEDALES DE SAN GERARDO DE DOTA, COSTA RICA.

Diámetro d (cm)	Volumen V (m ³)	Diámetro d (cm)	Volumen V (m ³)	Diámetro d (cm)	Volumen V (m ³)	Diámetro d (cm)	Volumen V (m ³)	Diámetro d (cm)	Volumen V (m ³)	Diámetro d (cm)	Volumen V (m ³)
10	0.0583	36	1.0663	62	3.6615	88	8.1060	114	14.5861	140	23.2500
12	0.0881	38	1.2055	64	3.9350	90	8.5302	116	15.1733	142	24.0106
14	0.1250	40	1.3543	66	4.2196	92	8.9664	118	15.7735	144	24.7849
16	0.1693	42	1.5129	68	4.5154	94	9.4149	120	16.3868	146	25.5730
18	0.2212	44	1.6813	70	4.8224	96	9.8757	122	17.0132	148	26.3750
20	0.2809	46	1.8598	72	5.1408	98	10.3488	124	17.6527	150	27.1908
22	0.3487	48	2.0484	74	5.4706	100	10.8343	126	18.3055	152	28.0205
24	0.4249	50	2.2472	76	5.8119	102	11.3323	128	18.9715	154	28.8642
26	0.5095	52	2.4564	78	6.1648	104	11.8428	130	19.6509	156	29.7219
28	0.6028	54	2.6761	80	6.5294	106	12.3660	132	20.3437	158	30.5937
30	0.7050	56	2.9063	82	6.9057	108	12.9018	134	21.0500	160	31.4796
32	0.8162	58	3.1472	84	7.2939	110	13.4504	136	21.7697		
34	0.9366	60	3.3989	86	7.6940	112	14.0118	138	22.5031		

Modelo: $\log V = -3.504 + 2.2694 \log d$

V = Volumen comercial en m³

d = Diámetro a la altura del pecho, con corteza (cm), de los árboles

Cuadro 5. VOLUMEN CON CORTEZA (m³) POR HECTAREA Y CLASE DIAMETRICA PARA *Quercus copeyensis* CON BASE EN LA TABLA DE VOLUMEN DE UNA ENTRADA PARA UN BOSQUE DE ROBLES EN SAN GERARDO DE DOTA.

Clase diamétrica (cm)	Diámetro medio de la clase (cm)	Volumen Unitario (m ³)	No. de arb. de clase	Volumen total (m ³)
10.1-20	15	0.1462	135	19.7370
20.1-30	25	0.4795	80	38.3600
30.1-40	35	1.0014	45	45.0630
40.1-50	45	1.7706	30	53.1180
50.1-60	55	2.7912	16	44.6592
60.1-70	65	4.6773	14	65.4822
70.1-80	75	5.6412	7	39.4884
80.1-90	85	7.4940	4	29.9760
90.1-100	95	9.6453	4	38.5812
100.1-110	105	12.1044	1	12.1044
110.1-120	115	19.8797	2	29.7594
Total			338	416.3288

$\log V = -3.504 + 2.2694 \log d$; donde V = volumen en m³ y d = dap en cm.

presenta el volumen para *Quercus copeyensis*. Las existencias volumétricas del bosque muy probablemente superan los 500 m³/ha, si se incluye *Quercus copeyensis* y las demás comerciales, con las cuales cohabita en el bosque. Esta condición es comparable con muchos bosques manejados de las zonas templadas, tanto para especies latifoliadas, como para coníferas (Klepac, 1976; Schulz, 1967).

En masas regulares de *Quercus* sp. en zonas templadas, manejadas con turnos muy largos, el volumen total por hectárea al momento de la cosecha final no supera los 500 m³/ha (Klepac, 1976).

En otros inventarios realizados en bosques de roble de la localidad, se obtuvieron volúmenes comerciales superiores a los 350 m³/ha en las áreas más densas, tomándose como diámetro mínimo inventariable 20 cm de DAP (Pérez *et al.*, 1982). Estos valores resultan muy superiores a los reportados en los bosques de encino de México de 200 m³/ha (Mass, 1977). Lo anterior, es más evidente si se comparan estas cifras con las obtenidas en algunos bosques húmedos tropicales del país, donde los volúmenes totales de madera tienden a oscilar entre los 125 y 200 m³/ha, partiendo de un diámetro mínimo de 20 cm (Santander, 1981) y de los cuales solamente unos 75 m³/ha son aprovechables o comerciales (Jiménez, 1984).

CONCLUSIONES

1. Los modelos probados para elaborar la tabla de volumen de entrada alcanzaron mejores ajustes que los probados para elaborar la tabla de volumen de doble entrada.
2. Los modelos probados para elaborar la tabla de doble entrada presentan errores relativos más altos que los probados para la

tabla de una entrada, debido probablemente a la estimación que se hizo de la altura total por medio del modelo cuadrático.

3. El modelo logarítmico resultó ser el de mejor ajuste para elaborar la tabla de volumen de una sola entrada.
4. El volumen por hectárea obtenido para *Quercus copeyensis* es sumamente alto, si se compara con el que se reporta en bosques naturales en los trópicos y en zonas templadas.

RECOMENDACIONES

1. La precisión de los modelos para elaborar la tabla de doble entrada y de la misma tarifa podría mejorarse si se logra ampliar la muestra de árboles. Además, el modelo seleccionado es necesario validarlo a nivel de campo.
2. La medición directa de la altura total, quizá disminuiría significativamente el error relativo de los modelos probados para confeccionar una tabla de doble entrada.
3. Para efectos de investigación, de manejo silvicultural y aprovechamiento, sería preciso elaborar tablas de volumen para las demás especies comerciales existentes en los robledales de la localidad y zonas aledañas.

Agradecimientos

Se agradece a los colegas Ronald Miranda, Ronald Avendaño y Ruperto Quesada por su apoyo en el trabajo de campo. Además, al M.Sc. Jorge Fallas por su colaboración en el análisis estadístico.

LITERATURA CITADA

- Barbour, W. 1943. The oak forest of Costa Rica. Tropical Woods. No. 75.
- Burger, W. 1977. Flora costaricensis. Field Museum of Natural History. Volumen 40. Botanical Series, Chicago. 291 pp.
- Dayton, W. A. 1944. Copey Oak in Costa Rica. Agriculture in the Americas. 4(7):134-135.
- Del Valle, J. I. 1983. Material didáctico para el curso de Epidometría: Metodología para la determinación de los mínimos de funciones. Departamento de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago. 20 pp.
- Fumival, G. 1961. Un índice para comparar las ecuaciones usadas al construir tablas volumétricas. Forest Science 7(4):337-341.
- González, M. 1982. El Inventario de Ordenación. Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, Heredia. 94 pp. (mimeo).
- Hawley, R. y D. Smith, 1972. Silvicultura Práctica. Ediciones Omega, S.A., Barcelona. 544 pp.
- Jiménez, W. y A. Chaverri, s.f. Consideraciones ecológicas y silviculturales acerca de los robles (*Quercus* sp.). Revista Ciencias Ambientales (C.R.) (En prensa).
- Jiménez, W. 1983. Propuesta preliminar para el estudio de crecimiento en un bosque de *Quercus* sp. bajo intervención selvícola. Serie Ecología y manejo de vegetación de altura Nº 2. Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, Heredia. 22 pp. (mimeo).
- Jiménez, W. 1984. Evolución del crecimiento del *Quercus copeyensis* Müller en un bosque de robles no intervenido en San Gerardo de Dota, Costa Rica. Tesis Licenciatura. Heredia, Costa Rica. Universidad Nacional. Escuela de Ciencias Ambientales. 192 pp.
- Jiménez, W., A. Chaverri, R. Miranda, y I. Rojas, 1988. Aproximaciones Silviculturales al manejo de un robledal (*Quercus* sp.) en San Gerardo de Dota, Costa Rica. Turrialba (C.R.) 38(3):208-214.
- Klepac, D. 1976. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. Primera edición en español. Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Bosques. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 365 pp.
- Little, E. L. Jr. 1948. Copey oak. *Quercus copeyensis* in Costa Rica. Caribbean Forester 9(4):345-353.
- Loján, L. 1966. Apuntes del curso de Dasonometría. (I parte), Mediciones en árboles individuales. IICA-CATIE, Turrialba, Costa Rica. 106 pp.
- Mass, P. J. 1977. Los encinos como fuente potencial de madera para celulosa y papel en México. Ciencia Forestal (México) 2(9):39-58.
- Merker, C. A. et al. 1943. Los bosques de Costa Rica. Informe general de los recursos forestales de Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General Forestal, San José, Costa Rica. 77 pp.
- Montoya, J. M. 1966. Notas fitogeográficas sobre el *Quercus oleoides* Cham. y Schlecht. Turrialba 16(1): 57-66.
- Müller, C. H. 1942. The Central American species of *Quercus*. U.S. Department of Agriculture Miscellaneous. Publication Nº 477.
- Pérez, D. et al. 1982. Plan técnico de ordenación para un robledal en San Gerardo de Dota. Trabajo final del curso de Ordenación Forestal. Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, Heredia. sp. (sin publicar).
- Plata, E. 1966. Estudio ecológico y silvicultural de los bosques de roble de Arcabuco, Bogotá, Colombia. Universidad Pedagógica y Tecnológica, Facultad de Agronomía, Colombia. 14 pp.
- Santander, C. 1981. Resúmenes de inventarios forestales. Recopilación. Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, Heredia. 84 pp.
- Schulz, J. P. 1967. La regeneración natural de la selva mesofítica tropical de Surinam después de su aprovechamiento. Boletín del Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación 23:3-27.
- Schumacker, F. X. A. 1939. New growth curve and its application to timber yield studies. Journal Forestry. 37:819-820.
- Standley, P. C. 1937. Flora of Costa Rica. Field Museum of Natural History. Vol. 18. Part I. Publication 391. Chicago. 1.571 pp.
- Vega, L. C. 1966. Observaciones ecológicas sobre los bosques de roble de la Sierra de Boyacá, Colombia. Turrialba 16(3):286-296.
- Vélez, J. G. 1982. Índice de sitio, su estimación edáfica y rendimiento del *Eucalyptus saligna* Sm. en Antioquia, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Tesis de grado. Colombia. 142 pp.